



REGIONE EMILIA ROMAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA
COMUNE DI
SAN GIOVANNI IN PERSICETO



PERMESSO DI COSTRUIRE

(art. 5, 6 e 7 del DPR 160/2010)

**RISTRUTTURAZIONE CON AMPLIAMENTO
STABILIMENTO INDUSTRIALE PER
PRODUZIONI ALIMENTARI**

PROGETTO GENERALE

studio di ingegneria
lavezzi e grandi

Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39.0382.809100 - Fax +39.0382.809874
P.IVA 01544450180

amministrazione@studiolavezzigrandi.it www.studiolavezzigrandi.it



Allegato n.

B

**RELAZIONE TECNICA
OPERE STRUTTURALI**

Rev.	Data	Note	Redatto	Controllato	Approvato
0	10.12.2019	Emissione	R.D.	A.G.	A.G.
1					
Commessa		Archivio GEA	Fase	Permesso di costruire	
Località		Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO)		Scala	---

Committente

GEA
INDUSTRIE ALIMENTARI

Sede

Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO)

tel/fax

051 6871448/051 6871216

PROGETTAZIONE SPECIALISTICA

GEA INDUSTRIE ALIMENTARI S.R.L.

PROGETTISTA RESPONSABILE: ing. Antonio Grandi

AMMINISTRATORE: dott. Antonio Scapuzzi

SOMMARIO

PREMESSA	- 3 -
INTRODUZIONE	- 4 -
INSEDIAMENTO PRODUTTIVO ESISTENTE.....	- 4 -
UBICAZIONE	- 4 -
CARATTERISTICHE GENERALI	- 5 -
CARATTERISTICHE FABBRICATI.....	- 6 -
PRATICHE STRUTTURALI POST SISMA 2012.....	- 8 -
DESCRIZIONE PROGETTO PROPOSTO	- 10 -
A1 - NUOVE COSTRUZIONI: ELEMENTI COMUNI.....	- 13 -
1. COMMITTENTE.....	- 13 -
2. PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE.....	- 13 -
3. SITO DI INTERVENTO	- 13 -
4. EVENTUALI DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI	- 16 -
5. INDAGINE GEOLOGICA	- 16 -
A1 - NUOVE COSTRUZIONI: EDIFICIO C - EDIFICIO E	- 20 -
6. TIPOLOGIA FONDAZIONI.....	- 20 -
7. DESTINAZIONI D'USO (CARICHI AGENTI).....	- 20 -
8. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	- 27 -
9. TIPOLOGIA STRUTTURALE ADOTTATA	- 27 -
10. MATERIALI ADOTTATI.....	- 27 -
11. PARAMETRI AZIONE SISMICA	- 32 -
12. INTERAZIONE TRA STRUTTURE.....	- 36 -
13. REGOLARITA'	- 37 -
14. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA.....	- 37 -
A1 - NUOVE COSTRUZIONI: TETTOIA ZONA RICARICA CARRELLI ELEVATORI.....	- 38 -

6. TIPOLOGIA FONDAZIONI.....	- 38 -
7. DESTINAZIONI D'USO (CARICHI AGENTI).....	- 38 -
8. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	- 40 -
9. TIPOLOGIA STRUTTURALE ADOTTATA	- 40 -
10. MATERIALI ADOTTATI.....	- 40 -
11. PARAMETRI AZIONE SISMICA	- 42 -
12. INTERAZIONI TRA STRUTTURE.....	- 45 -
13. REGOLARITA'	- 45 -
14. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA.....	- 46 -

PREMESSA

Il presente documento, da considerarsi parte integrante del progetto denominato **RISTRUTTURAZIONE CON AMPLIAMENTO STABILIMENTO INDUSTRIALE PER PRODUZIONI ALIMENTARI**, da porsi in atto presso un'unità immobiliare, a carattere produttivo e attualmente non più operativa, sita in San Giovanni in Persiceto (BO) in Via Davia civico 18, descrive le opere a valenza strutturale che dovranno essere realizzate al fine di perseguire l'obbiettivo sopraccitato.

Le opere descritte nel seguito, in particolare quelle relative alle strutture dei nuovi fabbricati nei quali saranno collocati, rispettivamente, l'*area stoccaggio imballi*, gli *spogliatoi* e il *refettorio*, la *zona produzione 2* ovvero la *tettoia* a protezione dell'ambito di *ricarica dei carrelli elevatori* possiedono rilevanza strutturale per cui - tenendo in conto che il Comune di San Giovanni in Persiceto (BO) è classificato in zona sismica 3 (DGR n.1164 in data 23 luglio 2018), e quindi a bassa sismicità (Ordinanza 3274/2003) - ai sensi della L.R. 30 ottobre 2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico* art.13 comma 1, il progetto delle stesse è subordinato a deposito presso lo Sportello Unico per l'edilizia prima della loro realizzazione.

In riferimento alla succitata norma regionale, l'art.10 comma 3 lettera b) consente che il deposito sismico delle strutture possa avvenire anche non contestualmente alla richiesta di titolo abilitativo edilizio, allegando a quest'ultima apposita documentazione, tra cui la presente relazione tecnica, secondo i dettami dell'allegato A alla DGR n.1373 in data 26 settembre 2011, con particolare riferimento al paragrafo A.1 comma b relativo alle nuove costruzioni.

INTRODUZIONE

Al fine di meglio comprendere il contesto di intervento, nel seguito della presente sono fornite alcune brevi informazioni circa le caratteristiche dello stabilimento produttivo, nella sua attuale configurazione.

INSEDIAMENTO PRODUTTIVO ESISTENTE

UBICAZIONE

Il sedime, sul quale insiste lo stabilimento produttivo, di forma all'incirca trapezoidale con area della superficie pari a 8.728 m² (superficie catastale), è ubicato in una zona periferica, completamente pianeggiante, in direzione sud-est rispetto al centro abitato di San Giovanni in Persiceto, dal quale dista circa 3 km. Il capoluogo, Bologna, sito anch'esso in direzione sud-est, dista invece circa 25 km.

Il sito in esame - coordinate UTM 44°36'35''N/11°12'52''E - collocato a un'altitudine pari a 26,20 m slm, ospita l'unità immobiliare oggetto di intervento, identificata a catasto fabbricati (N.C.E.U.) del Comune Censuario di San Giovanni in Persiceto (BO) al foglio 121 mappale 220 sub.4, con destinazione d'uso catastale D1 (*Opifici*).

L'insediamento è raggiungibile, mediante viabilità ordinaria, percorrendo la SP 568 R di Crevalcore, ex SS 568, di collegamento tra la provincia di Modena e la città metropolitana di Bologna, fino all'innesto con la Via Davia, a doppio senso di circolazione e unica corsia di marcia, e proseguendo su quest'ultima per circa 600 m.

L'accesso all'autostrada A14 Bologna - Taranto, denominato Bologna Borgo Panigale, dista circa 15 km dal contesto in oggetto.

Parallelamente al lato obliquo di lunghezza maggiore del trapezio costituente il fondo sul quale insiste lo stabilimento produttivo, si snoda il tracciato della linea ferroviaria Verona - Bologna, in tale tratto completamente su viadotto, la cui fascia di rispetto interessa parte della proprietà. Parallelamente, invece, al secondo lato obliquo del trapezio, in direzione sud, scorre il Torrente Samoggia, importante corso d'acqua del modenese e del bolognese, a regime fortemente torrentizio con portate significative in

alcuni periodi e piene altrettanto rilevanti. La cassa di espansione del torrente, che si estende per circa 105 ha e i cui lavori di realizzazione sono terminati nell'anno 2011, dista circa 1,2 km in direzione sud - ovest.

CARATTERISTICHE GENERALI

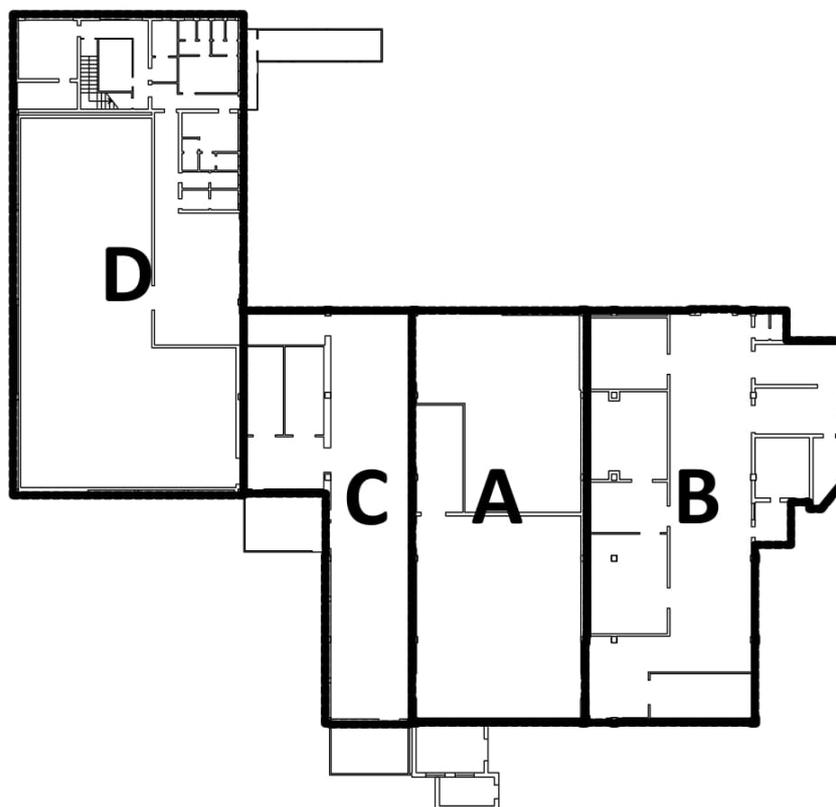
Sul sedime sopradescritto, completamente recintato con rete metallica, insiste il complesso immobiliare sede dell'attività produttiva, nella fattispecie lavorazioni alimentari (paste fresche ripiene), a oggi non più operativa.

L'opificio, di forma irregolare e tipologia prettamente industriale il cui insediamento risale, come detto, ai primi anni settanta del secolo scorso, è costituito da un edificio, realizzato mediante l'unione di più corpi di fabbrica, a uso lavorazione, distribuito a piano terra, con annessi locali accessori (ingresso, ufficio, bagni e spogliatoi) anch'essi a piano terra oltre che da uffici collocati a piano primo. Il tutto è completato da volumi secondari quali un modulo prefabbricato a uso refettorio, locali tecnici ed impianti meccanici esterni (silos azoto, cabina di trasformazione, centrale termica, compressori celle frigorifere). Il piazzale di carico/scarico, posizionato all'ingresso dello stabilimento e la strada di circumnavigazione del complesso produttivo, possiedono entrambi superficie d'usura in conglomerato bituminoso, in sufficiente stato manutentivo, con spazi di manovra e viabilità esenti da apparenti problematiche; all'interno dello stabilimento e in prossimità della cabina di trasformazione, al di fuori della recinzione e del cancello carraio di ingresso all'insediamento, ma ancora appartenente al sedime di proprietà, sono presenti i posti auto dedicati, nel seguito meglio descritti. Le rimanenti aree sono a verde.

Il complesso produttivo in esame è costituito da immobili di natura sufficientemente omogenea, tipicamente in struttura portante prefabbricata, la cui realizzazione temporale è già stata analizzata, in dettaglio, in precedenza. A seguito del subentro, nell'anno 2002, della precedente proprietà e quindi della modifica delle attività lavorative ivi eseguite (brevemente da salumificio a pastificio), il tutto è stato assoggettato a vari lavori di ristrutturazione e riqualificazione, indispensabili al fine di adeguare il layout lavorativo alle sopraggiunte esigenze, fino all'assunzione dell'odierna configurazione.

CARATTERISTICHE FABBRICATI

Con riferimento al seguente schema grafico, lo stabilimento produttivo, di fatto, è composto da quattro strutture principali realizzate in fasi successive.



- EDIFICIO A: è il fabbricato più vetusto, risalente all'anno 1970, costituito da pilastri gettati in opera sui quali sono collocate travi prefabbricate solidarizzate agli stessi da un successivo getto integrativo. I tegoli di copertura sono in laterizio precompresso. Non si dispone di alcuna documentazione progettuale di questo edificio. L'immobile, in fase di operatività, ospitava il locale cucina (preparazione sughi e salse) e il magazzino imballi.
- EDIFICIO B: realizzato nell'anno 1982, trattasi di un immobile interamente prefabbricato realizzato addossato all'edificio A tanto che la pilastrata confinante con quest'ultimo è realizzata arretrata rispetto all'estremo delle travi di una distanza pari a circa 1,80 metri, al fine di evitare l'interferenza tra le due fondazioni. I tegoli di copertura sono in laterizio precompresso. Collaudo statico, a cura dell'ing. Antonino Morisi, emesso in data 18 febbraio 1984. L'immobile,

in fase di operatività, ospitava alcune celle frigorifere di limitate dimensioni, dedicate allo stoccaggio delle materie prime oltre che locali di servizio vari.

- EDIFICIO C: interamente gettato in opera e realizzato in più fasi successive, possiede telaio portante in calcestruzzo interamente collegato con nodi rigidi. In merito a tale struttura, in fase di operatività destinata al reparto confezionamento e smistamento del prodotto finale, non si possiede alcuna documentazione progettuale strutturale.
- EDIFICIO D: realizzato nell'anno 1986, e ampliato nell'anno 1996, è un edificio interamente prefabbricato la cui copertura è realizzata mediante la posa in opera di tegoli in laterizio precompresso. Il collaudo statico relativo al primo intervento è stato emesso, dell'ing. Gilberto Manfredini, in data 14 ottobre 1986 prot. n. 653/86 mentre quello relativo all'ampliamento, a cura dell'ing. Giovanni Gasparini, è stato emesso in data 04 settembre 1997 prot. n.332/93. Gran parte dell'edificio ricovera la cella frigorifera e, sulla testata frontale, gli uffici e i locali a questi asserviti.

L'attività lavorativa - la quale si può ritenere, per semplicità, attuata nelle seguenti macro zone: stoccaggio delle materie prime e degli imballi, produzione vera e propria e suo confezionamento/imballaggio, stoccaggio dei prodotti finiti - veniva realizzata a piano terra di un immobile monopiano, di forma irregolare e composto da più corpi di fabbrica uniti a formare un unico edificio, nel quale trovano altresì sede, in fregio all'ingresso principale, gli spogliatoi, con i relativi servizi e un locale refettorio esterno, riservati ai dipendenti. Unicamente una limitata porzione dello stabilimento, alloggio custode fino all'anno 2005, accessibile dall'ingresso principale e utilizzato quale uffici commerciali ed amministrativi, si eleva al piano superiore. Sono altresì presenti locali tecnici ed impianti meccanici esterni quali silos azoto, cabina di trasformazione, centrale termica, compressori celle frigorifere.

L'intero fabbricato, a pianta irregolare, è costituito da un volume di forma rettangolare in direzione sud, nello schema denominato EDIFICIO D, avente lunghezza lati pari a circa 35 m e 17 m (altezza gronda 5,70 m e altezza colmo 6,85 m), da due volumi, anch'essi di forma rettangolare, denominati rispettivamente EDIFICIO A ed

EDIFICIO B affiancati, in direzione nord - est, e aventi lunghezza lati pari a circa 30,50 m e 12,50 m (altezza gronda 5,40 m e altezza colmo 6,20 m), il tutto connesso da un edificio (EDIFICIO C), con area della superficie pari a circa 272 m², avente altezza in gronda pari a 3,75 m. L'insediamento principale è completato da un ulteriore volume edilizio (parte bassa EDIFICIO B), anch'esso in direzione nord - est, con area della superficie pari a circa 90 m².

L'altezza interna dello stabilimento è variabile, da 3,00 m a 5,00 m ambito produttivo ovvero 2,75 m locali accessori.

Gli uffici a piano primo ricavati, come detto, a seguito di opere di ristrutturazione dell'alloggio custode eseguite nell'anno 2005, sono costituiti da n.3 locali ufficio, n.1 sala riunione, n.1 ripostiglio, n.1 bagno con antibagno e disimpegno di accesso. Sono collocati in una porzione laterale del fabbricato principale, di forma rettangolare ubicato in direzione sud; in particolare lungo il lato minore sovrastante l'ingresso principale e lungo il lato maggiore, in parte, in affaccio sul piazzale di carico/scarico. L'area della superficie sulla quale insistono gli stessi è pari a 153 m² mentre l'altezza interna è variabile, da 2,50 m a 3,00.

PRATICHE STRUTTURALI POST SISMA 2012

Il DL 74/2012 convertito, con modificazioni, in Legge n.122/2012, prevedeva che i titolari di attività produttive site sul territorio comunale di località appartenenti all'elenco di quelle interessate (cratere sismico) dagli eventi sismici che coinvolsero, a partire dal 20 maggio 2012, una parte dell'Emilia Romagna, dovevano acquisire apposita Certificazione di Agibilità Sismica rilasciata da un professionista abilitato, a seguito della valutazione della sicurezza effettuata secondo i dettami della normativa all'epoca vigente, nella fattispecie il D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*, capitolo 8.

Il suindicato dettato normativo, nella fattispecie l'art.3 comma 8 bis, permetteva, nelle more delle attività propedeutiche alla redazione del Certificato di Agibilità Sismica Definitivo, la ripresa delle lavorazioni unicamente dopo l'emissione di un Certificato di Agibilità Sismica Provvisorio, la cui redazione era possibile unicamente a seguito di

verifiche circa la presenza o meno di determinate carenze strutturali.

Nell'ambito in oggetto, a seguito:

- dell'individuazione di alcune carenze strutturali, nella fattispecie assenza di collegamenti tra elementi strutturali verticali e orizzontali (pilastro - trave) e tra questi ultimi (trave - elementi di copertura) nonché presenza di elementi di tamponatura non adeguatamente ancorati alle strutture principali
- della loro risoluzione tramite la messa in opera di interventi strutturali vari

assieme alla considerazione che:

- la struttura, a seguito dell'evento sismico, rimase in campo elastico lineare con assenza di plasticizzazioni
- non furono rilevati cedimenti alle opere di fondazione
- non furono rilevati cedimenti e/o rigonfiamenti nelle zone pavimentate interne ed esterne
- non venne rilevata perdita di verticalità degli elementi strutturali,

in data **18 aprile 2017** fu depositato (prot.**16013**), presso le sedi competenti, il **Certificato di Agibilità Sismica Provvisorio**.

L'intervento di messa in sicurezza provvisorio eseguito - in allegato alla presente *Verbale di accertamento a fine lavori*, redatto a seguito di sopralluogo da parte del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna in data 14 luglio 2017, è classificabile quale una successione di interventi locali ai nodi, finalizzati a impedire e/o a limitare gli scorrimenti reciproci potenzialmente indotti dall'azione sismica, i quali potrebbero condurre alla perdita di appoggio degli elementi strutturali portanti, con il conseguente collasso della struttura.

La fattispecie in oggetto - tenuto in conto che l'accelerazione spettrale subita dal complesso produttivo, così come risulta dalle mappe di scuotimento dell'I.N.G.V., non ha superato una percentuale pari al 70% dell'accelerazione spettrale elastica richiesta dalla norma vigente ad una costruzione nuova di analoghe caratteristiche, per il profilo

di sottosuolo corrispondente - fu successivamente assoggettata a valutazione della sicurezza, in conformità al capitolo 8.3 della suindicata normativa, naturalmente tenendo conto degli interventi locali effettuati ai sensi del comma 8.

In data **22 maggio 2017** venne depositata (prot.**20993**), presso le sedi competenti, la **Verifica di Sicurezza** la quale prevedeva che, a fronte di un livello di sicurezza in percentuale pari al **34,73%** (35%), entro la data 8 giugno 2019 avrebbero dovuto essere eseguiti i previsti interventi di miglioramento sismico necessari al raggiungimento di una percentuale di sicurezza pari ad almeno il 60%.

A causa di sopraggiunte necessità inerenti la modifica delle strategie di mercato assieme all'esigenza di apporre miglioramenti al layout aziendale, agli interventi di cui sopra non venne dato corso per cui, a decorrere dalla data prevista per la loro ultimazione, tutte le lavorazioni nello stabilimento produttivo sono sospese.

DESCRIZIONE PROGETTO PROPOSTO

Il progetto proposto persegue l'obiettivo strategico di ottimizzare e porre in sicurezza i flussi lavorativi attraverso l'ampliamento e la parziale ristrutturazione dello stabilimento esistente al fine di allocarvi gli ambiti operativi necessari al nuovo layout.

L'intervento sarà completato da opere strutturali varie inerenti il miglioramento sismico, propedeutiche all'ottenimento del Certificato di Agibilità Sismica Definitivo.

Sono previste le seguenti opere:

- **EDIFICIO A**

Attività lavorativa: zona produzione

Intervento in progetto: sostituzione della copertura esistente, in pannelli di laterizio precompresso, con struttura reticolare in acciaio e sovrastanti pannelli metallici coibentati. Tale intervento è da annoverarsi tra quelli già previsti e relativi al miglioramento sismico.

- **EDIFICIO B**

Attività lavorativa: area stoccaggio materie prime

Intervento in progetto: sostituzione di parte della copertura esistente, in pannelli di laterizio precompresso, con struttura reticolare in acciaio e sovrastanti pannelli metallici coibentati. *Tale intervento è da annoverarsi tra quelli già previsti e relativi al miglioramento sismico.*

- **EDIFICIO C**

Attività lavorativa: **zona produzione**

Intervento in progetto: totale demolizione e sua sostituzione con nuovo edificio avente struttura portante, verticale e orizzontale, in acciaio e copertura realizzata con pannelli metallici coibentati. Partizioni perimetrali esterne realizzate mediante la posa in opera di facciata ventilata con elementi modulari metallici.

- **EDIFICIO D**

Attività lavorativa: **area stoccaggio prodotto finito/locali accessori e uffici**

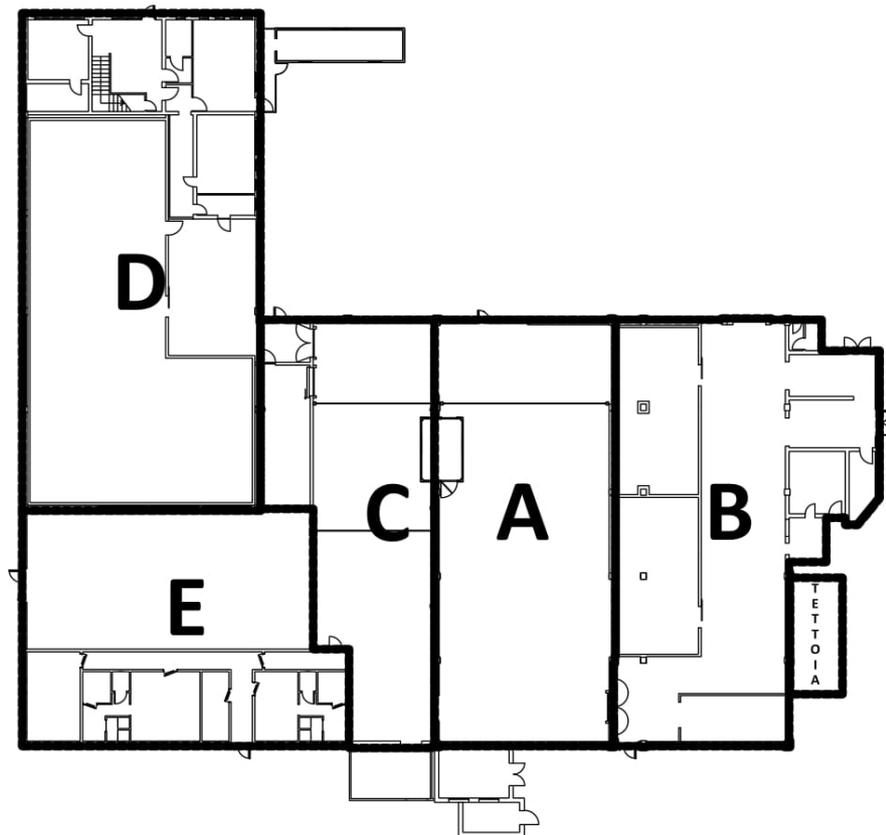
Intervento in progetto: sostituzione della copertura esistente in pannelli di laterizio precompresso con struttura reticolare in acciaio e sovrastanti pannelli metallici coibentati. *Tale intervento è da annoverarsi tra quelli già previsti e relativi al miglioramento sismico.*

- **EDIFICIO E**

Attività lavorativa: **area stoccaggio imballi/spogliatoi e refettorio**

Intervento in progetto: realizzazione di nuovi edifici aventi struttura portante, verticale e orizzontale, in acciaio e copertura realizzata con pannelli metallici coibentati. Partizioni perimetrali esterne realizzate mediante la posa di facciata ventilata con elementi modulari metallici. Intervento in ampliamento.

Quanto sopra descritto è schematizzato nella seguente figura.



A1 - NUOVE COSTRUZIONI: ELEMENTI COMUNI

1. COMMITTENTE

Il progetto viene proposto da **GEA INDUSTRIE ALIMENTARI S.R.L.**, con sede legale in Milano in Via Gadames 128 - C.F. 01690690126 P.I. 04398981003 - iscritta alla C.C.I.A.A. di Milano al n. REA MI - 1735437, nella persona dell'Amministratore Unico dott. **Antonio Scapuzzi**, nato a Livorno il 15 gennaio 1961 - C.F. SCP NTN 61A15 E625S - domiciliato, per la carica, presso la sede legale dell'azienda.

2. PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE

Progettista responsabile degli aspetti architettonici e strutturali è l'ing. **Antonio Grandi**, residente in Vigevano (PV) in Viale dei Mille 73, nato a Mortara (PV) il 09 ottobre 1964, C.F. GRN NTN 64R09 F754U, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n.1554, con studio in Tromello (PV) in Via Monte Nero 10/C, P.I. 01544450180, T +39 0382 809100 F +39 0382 809874, @mail: grandi@studiolavezzigrandi.it, @pec: antonio.grandi@pec.ording.pv.it

3. SITO DI INTERVENTO

Lo stabilimento produttivo oggetto di intervento è sito nel territorio comunale di San Giovanni in Persiceto (BO), in Via Davia 18. Lo stesso è censito a catasto terreni (N.C.T.) del Comune di San Giovanni in Persiceto al foglio 121 mappale 220 ovvero a catasto fabbricati (N.C.E.U.) del Comune di San Giovanni in Persiceto al foglio 121 mappale 220 subalterno 4.

Nelle seguenti figure, entrambe in scala 1:2000, è possibile individuare l'ambito di intervento nel contesto urbano e territoriale: nella fattispecie su base catastale e su base fotografica.

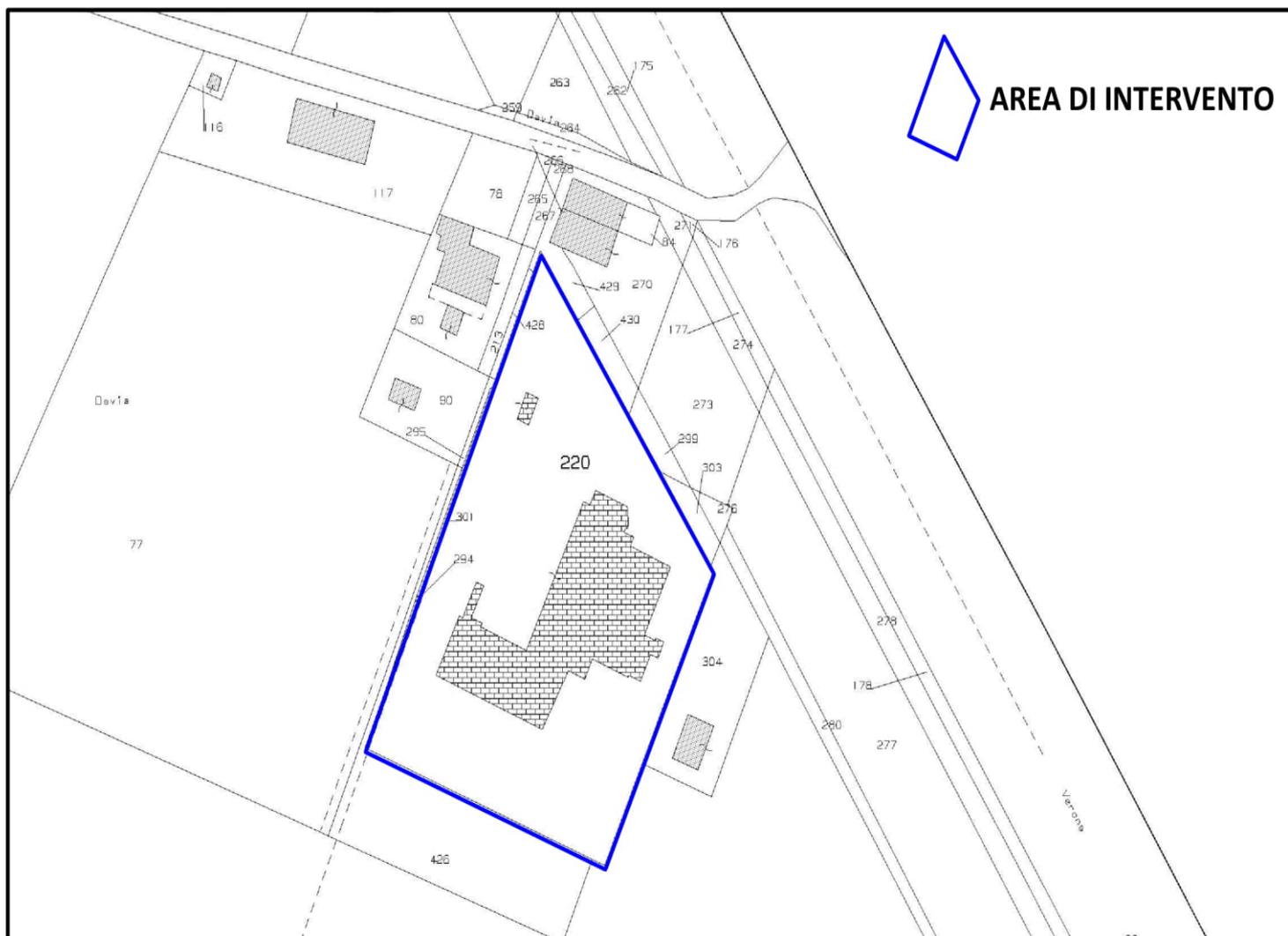


Fig. 1: ambito di intervento su base catastale



Fig. 2: ambito di intervento su base fotografica

4. EVENTUALI DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI

Non si ritiene necessario il ricorso a eventuali documenti tecnici applicativi a integrazione delle **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI** (nel seguito NTC) approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 assieme alla relativa **CIRCOLARE** 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP (nel seguito CIRCOLARE).

5. INDAGINE GEOLOGICA

I terreni di fondazione sui quali insiste il complesso produttivo sono stati accuratamente indagati tramite l'esecuzione di n.2 prove penetrometriche dinamiche e valutando il modello sismico del sito in esame per mezzo di prova Vs30, con metodologia MASW.

In merito al dettaglio di quanto citato nel presente paragrafo si rimanda in toto al documento denominato *All.B - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E SISMICHE DEL SITO*, interamente allegato alla presente e redatto in data 19 maggio 2017 dal dott. geol. Renato Pascariello, nell'ambito della succitata Verifica di Sicurezza.

Nella parte retrostante e a lato dell'Edificio D sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche leggere, distanziate reciprocamente di circa venti metri, spinte fino ad una profondità pari a 6,30 m dall'attuale piano campagna, profondità ritenuta sufficiente a caratterizzare gli orizzonti interessati dal bulbo delle pressioni indotte dalle fondazioni.

Quanto scaturito dalle succitate prove è stato elaborato mediante il software di calcolo automatico Dynamic Probing - GeoStru Software; tale programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983), Meyerhof (1956), Desai (1968), Borowczyk-Frankowsky (1981) e consente di estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche. In particolare:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche

- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle varie resistenze alla punta.

Nella seguente tabella è riportato l'andamento stratigrafico del sito indagato:

Prof. strato (m)	Cu (kPa)	E _{ed} Edometrico (Mpa)	E _y Elastico (Mpa)	Densità relativa (%)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Tensione efficace (kPa)	Angolo d'attrito (°)	Classificazione AGI
0,2	0	14,08	4,32	39,01	18,29	18,83	1,69	30,2	POCO ADDENSATO
1,0	0	2,54	3,10	8,90	14,61	18,44	7,73	28,5	SCIOLTO
2,5	3,63	0,77	0,58	0	14,22	18,04	24,01	20	PRIVO DI CONSISTENZA
3,1	0	3,59	3,24	9,00	14,02	18,34	40,35	28,7	SCIOLTO
4,1	49,58	7,87	7,55	0	18,14	18,63	51,11	15	CONSISTENTE
5,4	108,85	16,63	16,10	0	20,10	22,06	72,84	15	MOLTO CONSISTENTE
6,3	198,28	-43,83	29,90	0	21,18	23,14	95,66	16	ESTREM. CONSISTENTE

Fig. 3: stratigrafia ricostruita presso il sito in esame

Il modello sismico del sito è stato caratterizzato mediante la Prova Vs30 con metodologia MASW, utilizzando un sismografo EEG BR24 a 24 canali con uno stendimento lineare pari a 60 m, comprendente 24 geofoni a 4.5 Hz. Gli impulsi di energizzazione sono stati indotti con l'utilizzo di una mazza pesante 15 kg, ad attivazione manuale. La procedura prevede l'acquisizione dei dati di campo, l'estrazione della curva di dispersione e l'inversione della curva di dispersione al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs, il quale descrive la variazione di Vs con la profondità. Lo stendimento è stato realizzato nella parte retrostante dell'insediamento produttivo; nelle fotografie seguenti sono ben evidenti la strumentazione e il ramo di stendimento a tergo dell'Edificio B.

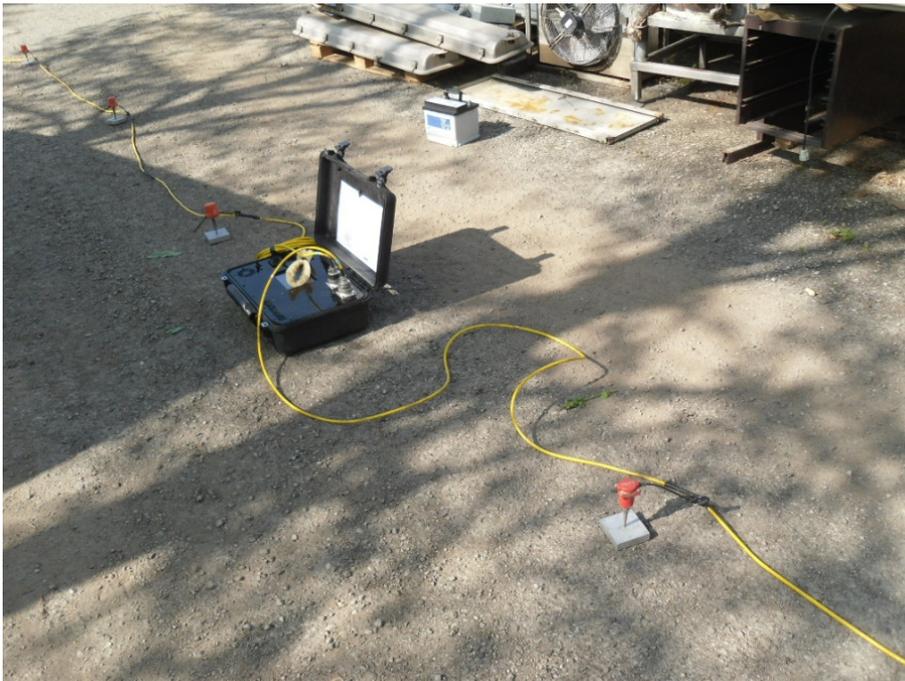


Fig. 4: strumento di misura utilizzato (ricevitore e sonde)



Fig. 5: stendimento sismico zona retrostante l'Edificio B

Nella figura seguente si riportano i risultati della prova MASW ove, nel riquadro in alto a sinistra, si evidenzia l'andamento della dispersione dell'energia sismica mentre al di sotto è ben visibile l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine

precedente. Sono presenti altresì i grafici relativi al modello del terreno, come stratificazione Vs (spezzata di colore blu) ovvero Modulo di Taglio (spezzata di colore verde).

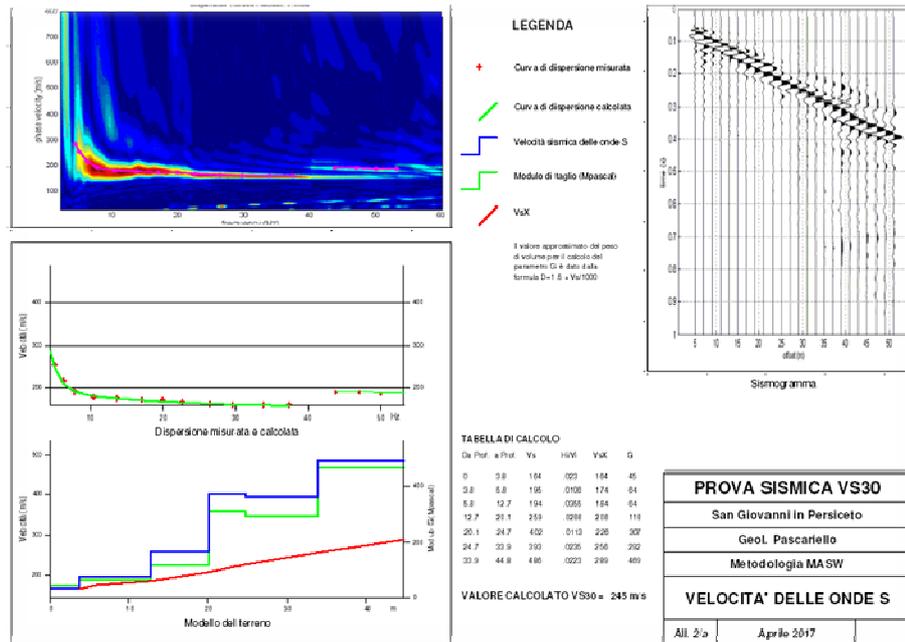


Fig. 6: risultati prova MASW

I risultati finali mostrano l'assenza di picchi compresi tra 1 e 10 Hz, a significare che localmente (per il sito di interesse) non vi è amplificazione significativa del moto verticale nei terreni sciolti.

A1 - NUOVE COSTRUZIONI: EDIFICIO C - EDIFICIO E

6. TIPOLOGIA FONDAZIONI

Sulla scorta delle analisi geologiche e geotecniche effettuate e tenendo in conto che i nuovi edifici saranno realizzati in fregio a immobili esistenti, sono state previste fondazioni indirette intestate su micropali la cui lunghezza, comune per entrambi gli edifici, sarà valutata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle peculiarità del sottosuolo ovvero alle varie condizioni ambientali.

Nell'attuale fase progettuale sono stati considerati micropali aventi diametro di trivellazione pari a 220 mm, armatura diametro 177,8 mm, spessore 8 mm e lunghezza pari a circa 8 m.

Le nuove opere di fondazione non interferiranno con le analoghe strutture esistenti degli edifici denominati rispettivamente EDIFICIO C ed EDIFICIO A.

7. DESTINAZIONI D'USO (CARICHI AGENTI)

Gli immobili di nuova realizzazione, entrambi edificati su di un solo piano fuoriterza e denominati **EDIFICIO C** ed **EDIFICIO E**, avranno rispettivamente destinazione d'uso **produttiva** il primo e **deposito/locali accessori**, nella fattispecie spogliatoi e refettorio, il secondo.

Le azioni considerate agenti sulle strutture in esame, ai sensi del cap.3 delle NTC sono le seguenti:

3.1 OPERE CIVILI E INDUSTRIALI

3.1.2 PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo armato (e/o precompresso) = $25,0 \text{ kNm}^{-3}$

Acciaio = $78,5 \text{ kNm}^{-3}$

3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

CONTROSOFFITTI

Controsoffitto spogliatoi/refettorio (pannelli modulari in fibra minerale) = 0,025 kNm⁻²

Controsoffitto servizi igienici spogliatoi (lastra cartongesso) = 0,095 kNm⁻²

Controsoffitto zone produzione (pannello coibentato a doppio rivestimento metallico)
= 0,122 kNm⁻²

COPERTURE

Coperture (pannello coibentato a doppio rivestimento metallico) = 0,119 kNm⁻²

PARETI

Muratura tipo 1 = 0,4 kNm⁻²

Muratura tipo 2 = 0,4 kNm⁻²

Muratura tipo 2.1 = 0,65 kNm⁻²

Muratura tipo 3 (escluso paramento murario esistente) = 0,22 kNm⁻²

PAVIMENTAZIONI

Pavimentazione tipo 1 = 10,0 kNm⁻²

Pavimentazione tipo 2 = 11,0 kNm⁻²

Pavimentazione tipo 3 = 11,5 kNm⁻²

3.1.4 SOVRACCARICHI (Tab. 3.1.II)

EDIFICIO E

Pavimentazione deposito - Cat. E1

$q_k \geq 6,00 \text{ kNm}^{-2}$

$Q_k = 7,00 \text{ kN}$

$H_k = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$

Pavimentazione locali accessori (spogliatoi e refettorio) - Cat. A

$q_k = 2,00 \text{ kNm}^{-2}$

$Q_k = 2,00 \text{ kN}$

$H_k = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$

Coperture - Cat. H

$q_k = 0,50 \text{ kNm}^{-2}$

$Q_k = 1,20 \text{ kN}$

$H_k = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$

EDIFICIO C

Pavimentazione - Cat. E1

$$q_k \geq 6,00 \text{ kNm}^{-2}$$

$$Q_k = 7,00 \text{ kN}$$

$$H_k = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$$

Copertura - Cat. H

$$q_k = 0,50 \text{ kNm}^{-2}$$

$$Q_k = 1,20 \text{ kN}$$

$$H_k = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$$

3.3 AZIONI DEL VENTO

EDIFICIO C

Altezza sul livello del mare $a_s = 21,00 \text{ m}$

Periodo di ritorno $T_R = 50 \text{ anni}$

Zona di riferimento = Emilia Romagna [$v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$ - $a_0 = 750 \text{ m}$ - $K_s = 0,45$]

Classe di rugosità del terreno = D - c)

Categoria di esposizione del sito = II [$K_r = 0,19$ - $z_0 = 0,05 \text{ m}$ - $z_{\min} = 4 \text{ m}$]

H colmo = 6,22 m

H gronda = 5,64 m

$$\alpha = 6^\circ$$

Tenuta copertura = non stagna

Pressioni

$$P_1 = 1,1 \text{ kNm}^{-2}$$

$$P_2 = - 0,66 \text{ kNm}^{-2}$$

$$P_3 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$$

$$P_4 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$$

EDIFICIO E (spogliatoi/refettorio)

Altezza sul livello del mare $a_s = 21,00 \text{ m}$

Periodo di ritorno $T_R = 50 \text{ anni}$

Zona di riferimento = Emilia Romagna [$v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$ - $a_0 = 750 \text{ m}$ - $K_s = 0,45$]

Classe di rugosità del terreno = D - c)

Categoria di esposizione = II [$K_r = 0,19 - z_0 = 0,05 \text{ m} - z_{\min} = 4 \text{ m}$]

H colmo = 6,22 m

H gronda = 3,85 m

$\alpha = 6^\circ$

Tenuta copertura = non stagna

Pressioni

$P_1 = 1,1 \text{ kNm}^{-2}$

$P_2 = - 0,66 \text{ kNm}^{-2}$

$P_3 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$

$P_4 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$

EDIFICIO E (deposito imballi)

Altezza sul livello del mare $a_s = 21,00 \text{ m}$

Periodo di ritorno $T_R = 50 \text{ anni}$

Zona di riferimento = Emilia Romagna [$v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1} - a_0 = 750 \text{ m} - K_s = 0,45$]

Classe di rugosità del terreno = D - c)

Categoria di esposizione = II [$K_r = 0,19 - z_0 = 0,05 \text{ m} - z_{\min} = 4 \text{ m}$]

H colmo = 6,85 m

H gronda = 5,70 m

$\alpha = 6^\circ$

Tenuta copertura = non stagna

Pressioni

$P_1 = 1,1 \text{ kNm}^{-2}$

$P_2 = - 0,66 \text{ kNm}^{-2}$

$P_3 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$

$P_4 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$

3.4 AZIONI DELLA NEVE

EDIFICIO C - EDIFICIO E

Altezza sul livello del mare $a_s = 21,00 \text{ m}$

Zona = I Mediterranea

Carico di neve al suolo $q_{sk} = 1,50 \text{ kNm}^{-2}$

Coefficiente di esposizione $c_E = 1$

Coefficiente termico $c_t = 1$

Tipologia copertura = a due falde

Inclinazione falde $\alpha = 6^\circ$

Carico di neve sulla copertura $q_s = 1,20 \text{ kNm}^{-2}$

3.5 AZIONI DELLA TEMPERATURA

EDIFICIO C - EDIFICIO E

Tipo di struttura = strutture in acciaio protette

$\Delta T_u = \pm 15^\circ$

3.6 AZIONI ECCEZIONALI

3.6.1 INCENDIO

EDIFICIO C - EDIFICIO E

In seguito all'introduzione dell'approccio di tipo prestazionale, in alternativa a quello di tipo prescrittivo, nella progettazione in caso di incendio (*Codice di Prevenzione Incendi - D.M. 18/10/2019*), grazie ad un'accurata analisi con il Fire Safety Engineering, le strutture in acciaio possono garantire buone prestazioni nei confronti dell'azione del fuoco senza bisogno di nessun trattamento protettivo.

In alternativa a quanto sopra, le strutture portanti - orizzontali e verticali - in acciaio saranno protette con vernici intumescenti al fine di ottenere le caratteristiche di resistenza al fuoco richieste dalla strategia antincendio adottata.

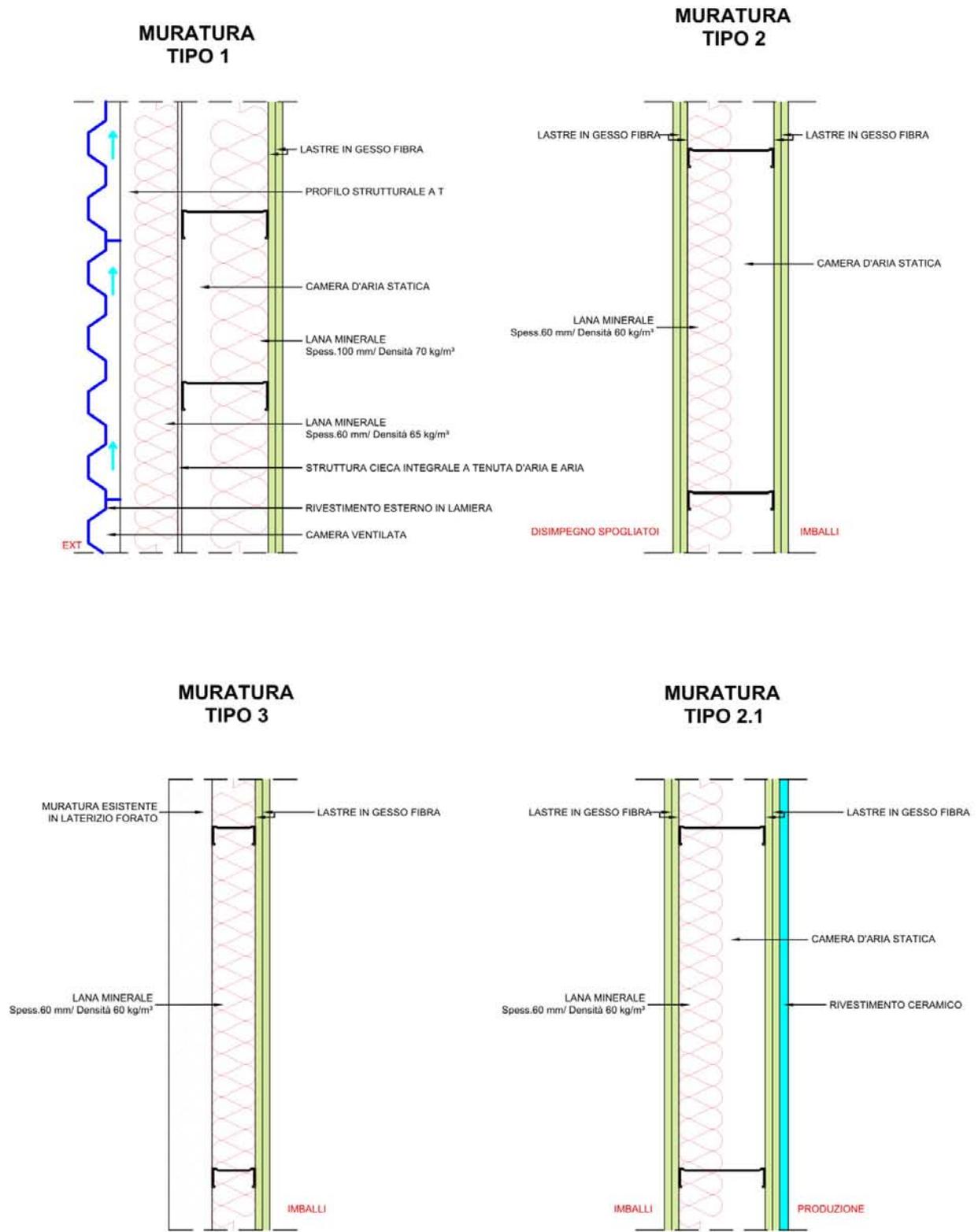
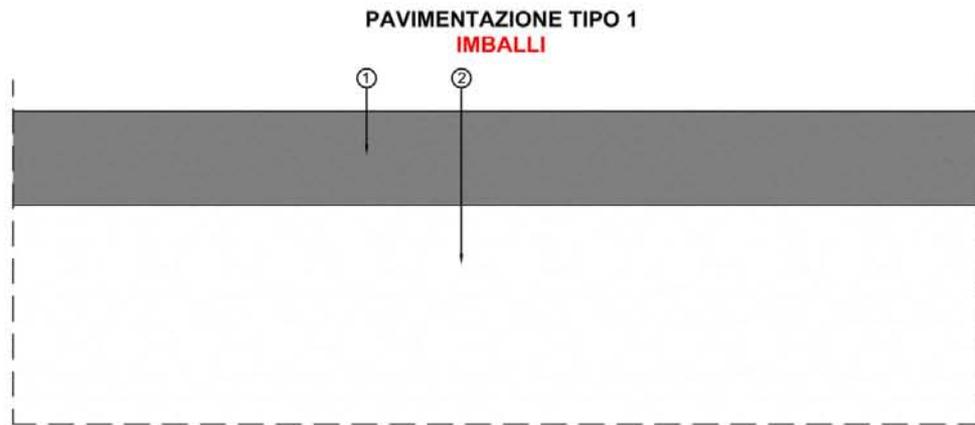
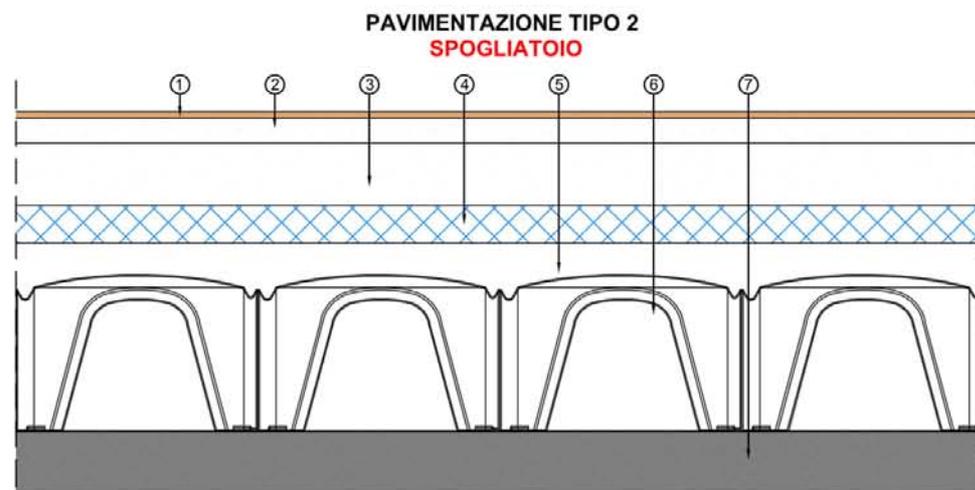


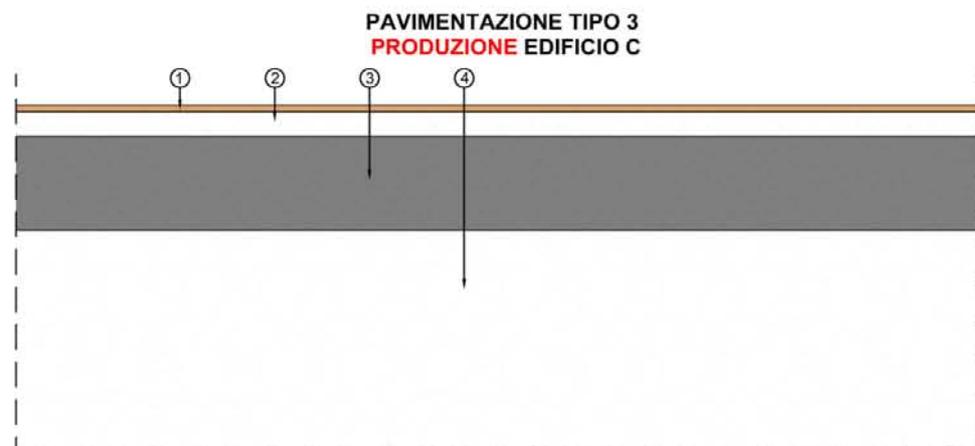
Fig. 7: stratigrafie partizioni verticali (esterne e interne)



- 1 - CEMENTO ARMATO CON RETE ELETTROSALDATA (O FIBRE)
2 - GHIAIA



- 1 - PAVIMENTAZIONE IN CERAMICA
2 - MASSETTO IN SABBIA E CEMENTO
3 - MASSETTO ALLEGGERITO TIPO FOAMCEM
4 - POLIURETANO ESPANDO
5 - CALDANA IN CLS
6 - ELEMENTI MODULARI IN PVC
7 - SOTTOFONDO IN CEMENTO MAGRO



- 1 - PAVIMENTAZIONE IN KLINKER
2 - SOTTOFONDO IN SABBIA E CEMENTO
3 - CEMENTO ARMATO CON RETE ELETTROSALDATA (O FIBRE)
4 - GHIAIA

Fig. 8: stratigrafie partizioni orizzontali

8. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Ai sensi del paragrafo 2.4.1 delle NTC la vita nominale di progetto V_N dell'opera è posta pari a 50 anni (*Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari*). La classe d'uso considerata, paragrafo 2.4.2, è la II (*Industrie con attività non pericolose per l'ambiente*).

9. TIPOLOGIA STRUTTURALE ADOTTATA

Entrambi gli edifici saranno realizzati mediante la messa in opera di struttura portante, verticale e orizzontale, in profili laminati in acciaio, con tamponamenti e coperture interamente a secco (senza getti in opera).

Lo schema strutturale previsto sarà il più possibile isostatico ove la funzione di resistenza alle azioni verticali sarà assegnata ai pilastri mentre quella alle azioni orizzontali ai controventi. Sarà altresì tenuta in debito conto l'eventuale problematica inerente il corrente compresso alla base della copertura, mediante irrigidimento di questa e organizzazione della stessa mediante un sistema di controventi atto a contrastare l'inflessione della briglia.

Considerato che l'intervento edilizio in progetto prevede l'edificazione di fabbricati in fregio a edifici esistenti, alcuni dei quali all'interno dell'attuale stabilimento produttivo a seguito di demolizione di previgenti strutture (EDIFICIO C), con spazi ristretti e condizioni non favorevoli, tale tipologia costruttiva è stata valutata quale la più ottimale, tenendo in conto che le lavorazioni a piè d'opera saranno unicamente limitate a montaggi e assemblaggi dei componenti costruttivi.

Nel seguente paragrafo sono descritti ulteriori punti di forza della soluzione prospettata.

10. MATERIALI ADOTTATI

Nell'attuale fase progettuale si ritiene possano essere adottati i seguenti materiali a uso strutturale:

STRUTTURE DI FONDAZIONE

CALCESTRUZZO IN OPERA

Classe di resistenza: **C25/30**

Modulo elastico E_{cm} : **31475,81 Nmm⁻²**

Resistenza di calcolo a compressione f_{cd} : **14,16 Nmm⁻²**

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : **25 Nmm⁻²**

Resistenza di calcolo a trazione f_{ctd} : **1,19 Nmm⁻²**

Classe di esposizione ambientale: **XC2**

Diametro massimo inerte: **32 mm**

Copriferro: **40 mm**

Classe di consistenza: **S5**

ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

L'acciaio per cemento armato ordinario, comprendente:

- barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$) e rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$)
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$
- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$)
- tralicci elettrosaldati ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$)

sarà del tipo **B450C** con le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento f_{yk} : **450 Nmm⁻²**

Tensione di rottura f_{yk} : **540 Nmm⁻²**

Coefficiente di sicurezza parziale γ_s : **1,15**

Modulo di elasticità secante E_s : **210.000 Nmm⁻²**

Deformazione a snervamento ϵ_{yd} : **0,001957**

Deformazione ultima ϵ_{su} : **0,01**

Massa volumica media ρ_m : **7.850 kgm⁻³**

Resistenza di progetto a trazione f_{yd} : **391,3 Nmm⁻²**

Tensione ammissibile per le combinazioni a SLS σ_s : **360 Nmm⁻²**

Allungamento $A_{gt,k} \geq$ **7.5%**

STRUTTURE IN ELEVAZIONE

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Tipo **S275** con le seguenti caratteristiche:

Modulo Elastico: **210.000** Nmm⁻²

Coefficiente di Poisson: **0,3**

Tensione di rottura f_{tk} : **430** Nmm⁻²

Tensione di snervamento f_{yk} : **275** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore < 40 mm: **190** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore > 40mm: **170** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore < 40mm soggetti a ad azioni inerziali:
214 Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore > 40 mm soggetti ad azioni inerziali:
191 Nmm⁻²

Si ritiene che il sistema costruttivo adottato possa essere in grado di soddisfare opportuni standard prestazionali in termini di sicurezza sismica, durabilità ed eco-efficienza. Tale sistema, a secco in acciaio, consente inoltre una gestione precisa dei tempi di realizzazione, un ridotto impiego di risorse, con conseguente drastica riduzione dei materiali di scarto. A questi si aggiungono, la facile integrazione di sistemi isolanti ed impianti, che permette di soddisfare ampiamente i requisiti energetici, acustici e di resistenza al fuoco richiesti, nonché la possibilità di riutilizzo dei componenti e di riciclo completo del materiale, da cui ne scaturisce la sua competitività anche in termini di sostenibilità ambientale.

Nella fattispecie si sono individuati i seguenti punti di forza:

RIDOTTI TEMPI DI REALIZZAZIONE

Tenendo in conto dell'industrializzazione del processo edilizio, dalla progettazione al cantiere, dove tutti gli elementi strutturali e i sistemi di involucro sono realizzati in azienda, già pronti per la messa in opera, con estrema facilità di assemblaggio, si prevede che i tempi di costruzione possano abbattersi di una percentuale pari al 50/60% rispetto a una costruzione tradizionale. Trattandosi di una costruzione a secco

sono altresì eliminati i quotidiani problemi nonché i lunghi tempi di asciugatura e maturazione per intonaci e massetti tipici del cantiere tradizionale.

CONVENIENZA ECONOMICA

Tenendo in conto delle caratteristiche meccaniche dei profili in acciaio, le strutture divengono estremamente più leggere rispetto alle analoghe in edilizia tradizionale. Tale leggerezza garantisce un abbattimento dei costi concernenti le opere di fondazione, dei volumi di scavo e di getto, tenendo in conto altresì della minore incidenza della manodopera dovuta alla peculiarità che le attività condotte in cantiere sono più costose di circa il doppio rispetto a quelle realizzate in officina.

COMFORT, SALUBRITA' E DURABILITA'

Grazie agli accorgimenti tecnico - costruttivi applicabili alle costruzioni a secco in acciaio e ai materiali impiegati è possibile raggiungere prestazioni energetiche estremamente significative.

L'elevato isolamento termo-acustico assicura la qualità dell'ambiente interno. Gli impianti, come quelli di riscaldamento e/o sistemi che sfruttano le energie rinnovabili sono inoltre facilmente integrabili nella struttura. L'acciaio, inoltre, non essendo un conduttore di umidità garantisce ambienti salubri privi del cosiddetto "effetto spugna".

Le soluzioni a secco in acciaio non necessitano di interventi di manutenzione e i trattamenti a cui sono sottoposti i profili impiegati ne garantiscono l'anti corrosione con conseguente durabilità dell'edificio.

SICUREZZA SISMICA

I sistemi strutturali basati su materiali molto duttili, caratteristica intrinseca dell'acciaio, sono in grado di resistere al sisma e risultano molto più vantaggiosi rispetto a quelli basati su materiali meno duttili, quali cemento armato e muratura.

In condizioni di sisma elevato la leggerezza della struttura e la duttilità garantiscono alti livelli di sopportazione ed eventuali interventi di ripristino e manutenzione saranno nulli o poco invasivi, a differenza di strutture più rigide, quali quelle che impiegano il

calcestruzzo, difficilmente monitorabili dopo il sisma.

I sistemi di involucro collegati a secco, con connessioni in grado di supportare spostamenti durante un terremoto, offrono considerevoli vantaggi atti a limitare anche l'eventuale danneggiamento delle componenti non strutturali.

SOSTENIBILITA'

L'impatto ambientale di una costruzione a secco è ridotto sia durante le fasi di costruzione, sia alla fine della vita utile dell'organismo edilizio, grazie all'alta percentuale di recupero dei singoli componenti, assemblati meccanicamente e non a umido.

L'industrializzazione che contraddistingue la soluzione a secco in acciaio garantisce le seguenti peculiarità:

- riduzione energetica complessiva, a parità di superficie edificata, in confronto ad altre soluzioni costruttive
- riduzione del packaging e dei rifiuti
- possibilità di riuso dei componenti edilizi
- nessun impiego di materie prime: l'acciaio utilizzato nelle costruzioni proviene da materiale riciclato
- riciclo: l'acciaio è il materiale più riciclato al mondo ed è riciclabile al 100%, può essere riciclato infinite volte senza perdere alcuna delle sue proprietà originarie
- aumento della sicurezza sul lavoro
- riduzione dei trasporti sia di merci che di maestranze
- prevenzione dei cambiamenti climatici: le emissioni di CO₂ necessarie al fine di produrre e trasformare in officina i prodotti in acciaio rappresentano meno del 3% delle emissioni nazionali complessive di gas serra.

FLESSIBILITA' E PERSONALIZZAZIONE

La versatilità offerta dal sistema a secco in acciaio consente di definire le caratteristiche dell'edificio, adattandole al sito di costruzione e di personalizzarne la funzionalità e il design delle finiture e dei tamponamenti.

Inoltre, in vista di future nuove esigenze e di cambi di destinazione d'uso, il sistema costruttivo a secco in acciaio è ottimale negli interventi di ampliamento e sopraelevazione del costruito.

11. PARAMETRI AZIONE SISMICA

L'azione sismica di progetto è dipendente dalla vita utile della costruzione, dalla pericolosità sismica di base del territorio nel quale verrà realizzata la costruzione ovvero dalle caratteristiche locali del suolo.

Le NTC, qualora si scelga di descrivere l'azione sismica mediante spettri di risposta elastici, definisce la pericolosità sismica di base, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo V_R , in ragione delle accelerazioni orizzontali massime attese a_g e di altri due parametri che consentono di definire lo spettro di risposta elastico relativo ad un sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale.

Le specificità locali del sito interessato dalla costruzione vengono invece portate in conto mediante ulteriori parametri capaci di modificare il precedente spettro.

PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

I parametri che consentono di definire la pericolosità sismica di base e quindi lo spettro di risposta elastico relativo ad un suolo di categoria A sono i seguenti:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La norma fornisce, per ogni nodo del reticolo di riferimento, i suddetti tre parametri in funzione del periodo di ritorno T_R . Quest'ultimo è noto una volta fissata la probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Per l'edificio in esame si è scelta una vita utile di 50 anni cui corrisponde un periodo di riferimento in relazione al quale determinare le azioni di progetto pari a:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50 \text{ anni}$$

Si determinano quindi i periodi di ritorno T_R delle azioni sismiche corrispondenti allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita umana (SLV) ed allo stato limite di danno (SLD), una volta fissati per questi le rispettive probabilità di eccedenza (rispettivamente 10% e 63%) nel periodo di riferimento V_R :

$$T_{R,SLU} = 475 \text{ anni}$$

$$T_{R,SLD} = 50 \text{ anni}$$

Le NTC, sulla base delle coordinate geografiche del sito, forniscono i parametri a_g , F_0 , T_C^* . Nel caso specifico tali parametri assumono i valori riportati nel seguito:

Stato Limite	a_g	F_0	T_C^*
SLU	0,161	2,550	0,275
SLD	0,059	2,517	0,270

SPECIFICITA' DEL SITO

L'azione sismica di progetto dipende anche dagli effetti della risposta sismica locale. Tali effetti possono essere valutati mediante studi specifici oppure, in modo semplificato, secondo l'approccio previsto dalle NTC. In tal caso occorre classificare il sito oggetto della costruzione secondo le categorie previste dalle stesse norme, sia in termini di sottosuolo sia in termini di superficie topografica.

Nella fattispecie in esame si individua una categoria di suolo **C** (vedasi relazione geotecnica), alla quale corrispondono i valori dei parametri S_s e C_c calcolati secondo la Tab.3.2.IV delle NTC, assieme a una superficie di tipo T_1 , alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografico $S_T = 1$.

In seguito sono riassunti tanto i parametri relativi alla pericolosità sismica di base quanto quelli di amplificazione locali.

Stato Limite	a_g	F_0	T_C^*	S_s	C_c	S_T
SLU	0,161	2,550	0,275	1,67	1,61	1,0
SLD	0,059	2,517	0,270	1,69	1,62	1,0

METODO DI ANALISI

Il metodo di analisi adottato è quello **dinamico lineare** (analisi modale con spettro di risposta), considerando un **comportamento strutturale non dissipativo** (fattore di struttura q pari a 1).

In fase di progettazione esecutiva, ai sensi delle NCT (Tab.7.3.I), pur adottando un comportamento strutturale non dissipativo, sarà utilizzato un fattore di struttura q pari a 1,5 al fine di tenere in debito conto le capacità plastiche intrinseche del materiale.

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICO E DI PROGETTO DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE

Nel seguito la rappresentazione degli spettri di risposta, per gli stati limite considerati, ove, nella fattispecie di progetto, avendo assunto un fattore di struttura unitario, lo spettro di risposta elastico relativo allo stato limite ultimo è assunto anche come spettro di progetto.

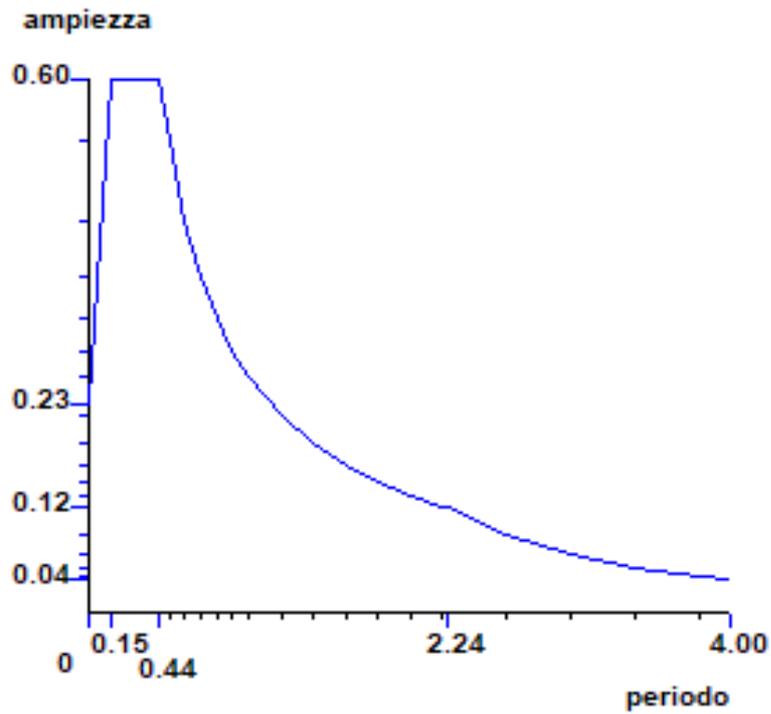


Fig. 9:spettro di risposta elastico e di progetto della componente orizzontale per lo SLU

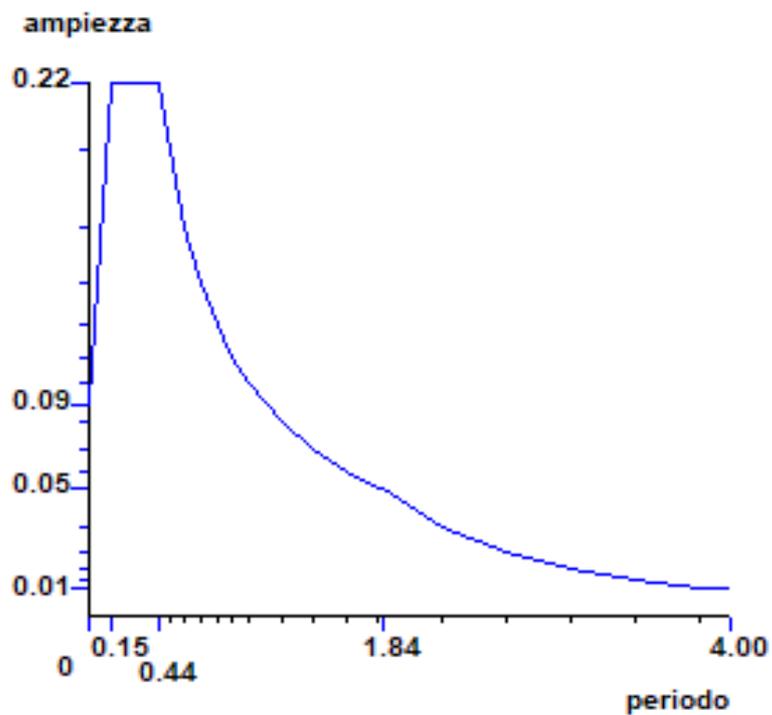


Fig. 10:spettro di risposta elastico e di progetto della componente orizzontale per lo SLD

12. INTERAZIONE TRA STRUTTURE

Secondo i dettami del § 7.2.1. delle NTC, in particolare in merito alla DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE, nell'attuale fase progettuale la distanza tra i nuovi fabbricati (EDIFICIO C ed EDIFICIO E) e il fabbricato esistente (EDIFICIO D), superiore alla ... *in questo caso la distanza tra costruzioni contigue non potrà essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi di ciascuna di esse*, sarà pari a:

Distanza tra EDIFICIO C ed EDIFICIO D, in direzione x = 5 cm

Distanza tra EDIFICIO E ed EDIFICIO D, in direzione y = 5 cm

In particolare:

EDIFICIO D (direzione x)

$$H = 5,94 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0,161$$

$$S_s = 1,67$$

$$S_T = 1$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,67$$

$$d_{\text{edificio D}} = (H/100) \cdot (a_g \cdot S/g) = 1,597 \text{ cm}$$

EDIFICIO C (direzione x)

$$H = 5,60 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0,161$$

$$S_s = 1,67$$

$$S_T = 1$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,67$$

$$d_{\text{edificio C}} = (H/100) \cdot (a_g \cdot S/g) = 1,506 \text{ cm}$$

$$\mathbf{d_{\text{edificio D}} + d_{\text{edificio C}} = 1,597 + 1,506 = 3,103 \text{ cm}}$$

EDIFICIO D (direzione y)

$$H = 6,85 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0,161$$

$$S_s = 1,67$$

$$S_T = 1$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,67$$

$$d_{\text{edificio D}} = (H/100) \cdot (a_g \cdot S/g) = 1,842 \text{ cm}$$

EDIFICIO E (direzione y)

$$H = 6,85 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0,161$$

$$S_s = 1,67$$

$$S_T = 1$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,67$$

$$d_{\text{edificio E}} = (H/100) \cdot (a_g \cdot S/g) = 1,842 \text{ cm}$$

$$d_{\text{edificio D}} + d_{\text{edificio E}} = 1,842 + 1,842 = 3,684 \text{ cm}$$

13. REGOLARITA'

Come visibile negli allegati grafici¹, nell'attuale fase progettuale è stata tenuta in conto la possibilità di suddividere le strutture, mediante giunti, in sotto unità tra loro dinamicamente indipendenti (EDIFICIO E1, EDIFICIO E2, EDIFICIO C) per cui, secondo i dettami del § 7.2.1. delle NTC, in particolare in merito alla REGOLARITA' (delle costruzioni), le stesse possono essere considerate regolari, sia in pianta che in altezza.

14. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA

Vedasi schemi grafici allegati.

¹ ALL.1 - SCHEMA FONDAZIONI, ALL.2 - SCHEMA COPERTURE e ALL.3 - SEZIONI TIPICHE EDIFICI

A1 - NUOVE COSTRUZIONI: TETTOIA ZONA RICARICA CARRELLI ELEVATORI

6. TIPOLOGIA FONDAZIONI

E' prevista una fondazione diretta in cemento armato (platea), la cui profondità del piano di posa, sarà valutata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle peculiarità del sottosuolo ovvero alle varie condizioni ambientali.

L'intradosso della stessa, la quale - essendo in presenza di azioni sismiche - rispetterà i dettami del § 7.11.5.3.1 delle NTC, non interferirà con l'analogo struttura esistente dell'edificio denominato EDIFICIO B (parte bassa), fungerà altresì da piano viabile per i carrelli elevatori.

7. DESTINAZIONI D'USO (CARICHI AGENTI)

L'accessorio di nuova realizzazione, edificato su di un solo piano fuoriterra, sarà utilizzato quale copertura della zona riservata alla ricarica dei carrelli elevatori. Lo stesso, edificato in fregio alla parte bassa dell'EDIFICIO B, avrà il fronte anteriore completamente libero e i lati chiusi mediante pannelli metallici.

Le azioni considerate agenti sulle strutture in esame, ai sensi del cap.3 delle NTC sono le seguenti:

3.1 OPERE CIVILI E INDUSTRIALI

3.1.2 PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo armato (e/o precompresso) = $25,0 \text{ kNm}^{-3}$

Acciaio = $78,5 \text{ kNm}^{-3}$

3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Copertura (pannello coibentato a doppio rivestimento metallico) = $0,119 \text{ kNm}^{-2}$

Pareti laterali (pannello coibentato a doppio rivestimento metallico) = $0,122 \text{ kNm}^{-2}$

3.1.4 SOVRACCARICHI (Tab. 3.1.II)

Pavimentazione

$$q_k \geq 6,00 \text{ kNm}^{-2}$$

$$Q_k = 7,00 \text{ kN}$$

$$H_k = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$$

3.3 AZIONI DEL VENTO

Altezza sul livello del mare $a_s = 21,00 \text{ m}$

Periodo di ritorno $T_R = 50 \text{ anni}$

Zona di riferimento = Emilia Romagna [$v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$ - $a_0 = 750 \text{ m}$ - $K_s = 0,45$]

Classe di rugosità del terreno = C

Categoria di esposizione del sito = II [$K_r = 0,19$ - $z_0 = 0,05 \text{ m}$ - $z_{\min} = 4 \text{ m}$]

H colmo = 3,30 m

H gronda = 2,82 m

$$\alpha = 5^\circ$$

Tenuta copertura = non stagna

Pressioni

$$P_1 = 1,1 \text{ kNm}^{-2}$$

$$P_2 = - 0,66 \text{ kNm}^{-2}$$

$$P_3 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$$

$$P_4 = 0,66 \text{ kNm}^{-2}$$

Circa le condizioni di carico più gravose sarà fatto riferimento a quanto indicato nella figura C3.3.22 della CIRCOLARE.

3.4 AZIONI DELLA NEVE

Altezza sul livello del mare $a_s = 21,00 \text{ m}$

Zona = I Mediterranea

Carico di neve al suolo $q_{sk} = 1,50 \text{ kNm}^{-2}$

Coefficiente di esposizione $c_E = 1$

Coefficiente termico $c_t = 1$

Tipologia copertura = a una falda

Inclinazione falda $\alpha = 5^\circ$

Carico di neve sulla copertura $q_s = 1,20 \text{ kNm}^{-2}$

3.5 AZIONI DELLA TEMPERATURA

Tipo di struttura = strutture in acciaio esposte

$\Delta T_u = \pm 25^\circ$

3.6 AZIONI ECCEZIONALI

3.6.1 INCENDIO

La fattispecie in oggetto non richiede prestazioni nei confronti dell'azione del fuoco.

8. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Ai sensi del paragrafo 2.4.1 delle NTC la vita nominale di progetto V_N dell'opera è posta pari a 50 anni (*Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari*). La classe d'uso considerata, paragrafo 2.4.2, è la I (*Costruzioni con presenza solo occasionale di persone*).

9. TIPOLOGIA STRUTTURALE ADOTTATA

Il fabbricato accessorio (tettoia) sarà realizzato mediante la messa in opera di struttura portante, verticale e orizzontale, in profili laminati in acciaio, con tamponamenti (unicamente sui lati corti) e copertura interamente a secco (senza getti in opera). Lo schema strutturale previsto sarà prevalentemente isostatico.

10. MATERIALI ADOTTATI

Nell'attuale fase progettuale si ritiene possano essere adottati i seguenti materiali a uso strutturale:

STRUTTURE DI FONDAZIONE

CALCESTRUZZO IN OPERA

Classe di resistenza: **C25/30**

Modulo elastico E_{cm} : **31475,81** Nmm⁻²

Resistenza di calcolo a compressione f_{cd} : **14,16** Nmm⁻²

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : **25** Nmm⁻²

Resistenza di calcolo a trazione f_{ctd} : **1,19** Nmm⁻²

Classe di esposizione ambientale: **XC2**

Diametro massimo inerte: **32** mm

Copriferro: **40** mm

Classe di consistenza: **S5**

ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

L'acciaio per cemento armato ordinario, comprendente:

- barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$) e rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$)
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$
- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$)
- tralicci elettrosaldati ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$)

sarà del tipo **B450C** con le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento f_{yk} : **450** Nmm⁻²

Tensione di rottura f_{yk} : **540** Nmm⁻²

Coefficiente di sicurezza parziale γ_s : **1,15**

Modulo di elasticità secante E_s : **210.000** Nmm⁻²

Deformazione a snervamento ε_{yd} : **0,001957**

Deformazione ultima ε_{su} : **0,01**

Massa volumica media ρ_m : **7.850** kgm⁻³

Resistenza di progetto a trazione f_{yd} : **391,3** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per le combinazioni a SLS σ_s : **360** Nmm⁻²

Allungamento $A_{gt,k} \geq$ **7.5%**

STRUTTURE IN ELEVAZIONE

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Tipo **S275** con le seguenti caratteristiche:

Modulo Elastico: **210.000** Nmm⁻²

Coefficiente di Poisson: **0,3**

Tensione di rottura f_{tk} : **430** Nmm⁻²

Tensione di snervamento f_{yk} : **275** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore < 40 mm: **190** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore > 40mm: **170** Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore < 40mm soggetti a ad azioni inerziali:
214 Nmm⁻²

Tensione ammissibile per elementi di spessore > 40 mm soggetti ad azioni inerziali:
191 Nmm⁻²

Circa le motivazioni della scelta progettuale effettuata, si rimanda all’analogo capitolo inerente gli edifici denominati EDIFICIO C ed EDIFICIO E.

11. PARAMETRI AZIONE SISMICA

Con riferimento all’analogo capitolo inerente gli edifici denominati EDIFICIO C ed EDIFICIO E, si avrà il seguente valore di V_R :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 0,7 = 35 \text{ anni}$$

Da cui i periodi di ritorno T_R delle azioni sismiche corrispondenti allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita umana (SLV) ed allo stato limite di danno (SLD), una volta fissati per questi le rispettive probabilità di eccedenza (rispettivamente 10% e 63%) nel periodo di riferimento V_R :

$$T_{R,SLU} = 332 \text{ anni}$$

$$T_{R,SLD} = 35 \text{ anni}$$

Le NTC, sulla base delle coordinate geografiche del sito, forniscono i parametri a_g , F_0 , T_C^* . Nel caso specifico tali parametri assumono i valori riportati nel seguito:

Stato Limite	a_g	F_0	T_C^*
SLU	0,139	2,532	0,275
SLD	0,051	2,491	0,263

Per una categoria di suolo **C** (vedasi relazione geotecnica), assieme a una superficie di tipo T_1 , alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografico $S_T = 1$, si avrà:

Stato Limite	a_g	F_0	T_C^*	S_s	C_c	S_T
SLU	0,139	2,532	0,275	1,68	1,61	1,0
SLD	0,051	2,491	0,263	1,69	1,63	1,0

METODO DI ANALISI

Il metodo di analisi adottato è quello **dinamico lineare** (analisi modale con spettro di risposta), considerando un **comportamento strutturale non dissipativo** (fattore di struttura q pari a 1).

In fase di progettazione esecutiva, ai sensi delle NCT (Tab.7.3.I), pur adottando un comportamento strutturale non dissipativo, sarà utilizzato un fattore di struttura q pari a 1,5 al fine di tenere in debito conto le capacità plastiche intrinseche del materiale.

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICO E DI PROGETTO DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE

Nel seguito la rappresentazione degli spettri di risposta, per gli stati limite considerati, ove, nella fattispecie di progetto, avendo assunto un fattore di struttura unitario, lo spettro di risposta elastico relativo allo stato limite ultimo è assunto anche come spettro di progetto.

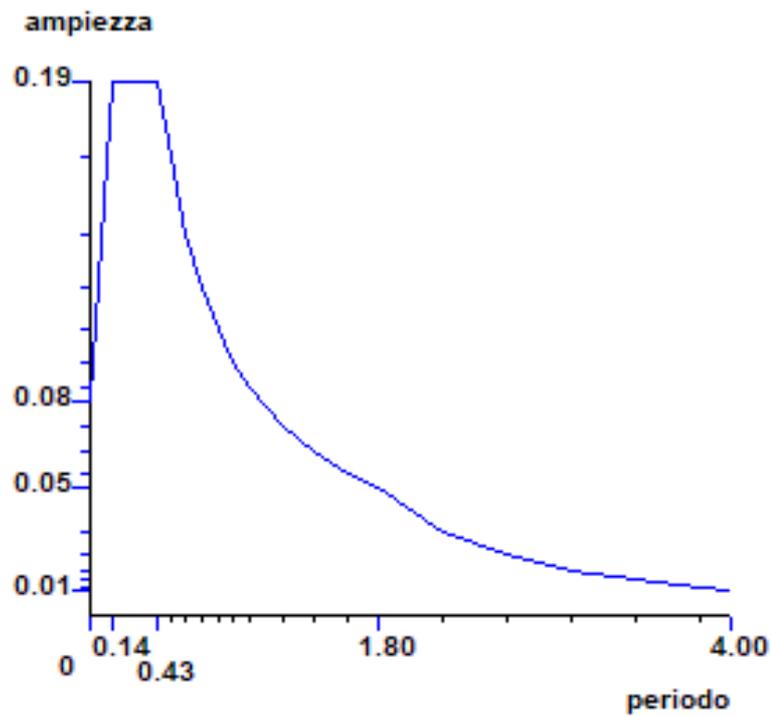


Fig. 11:spettro di risposta elastico e di progetto della componente orizzontale per lo SL

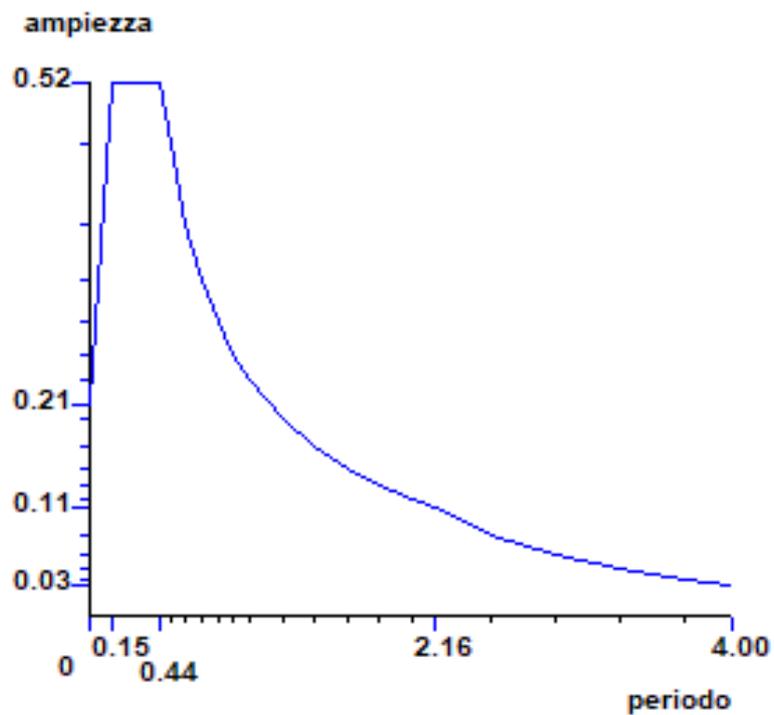


Fig. 12:spettro di risposta elastico e di progetto della componente orizzontale per lo SLD

12. INTERAZIONI TRA STRUTTURE

Secondo i dettami del § 7.2.1. delle NTC, in particolare in merito alla DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE, nell'attuale fase progettuale la distanza tra l'erigenda tettoia e il fabbricato esistente (parte alta EDIFICIO B) sarà pari a **5 cm**, superiore alla ... *in questo caso la distanza tra costruzioni contigue non potrà essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi di ciascuna di esse.*

In particolare:

TETTOIA

$$H = 3,30 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0,139$$

$$S_s = 1,68$$

$$S_T = 1$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,68$$

$$d_{\text{tettoia}} = (H/100) \cdot (a_g \cdot S/g) = 0,771 \text{ cm}$$

EDIFICIO B

$$H = 5,81 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0,161$$

$$S_s = 1,67$$

$$S_T = 1$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,67$$

$$d_{\text{edificio B}} = (H/100) \cdot (a_g \cdot S/g) = 1,562 \text{ cm}$$

$$d_{\text{tettoia}} + d_{\text{edificio B}} = 0,771 + 1,562 = 2,333 \text{ cm}$$

13. REGOLARITA'

Secondo i dettami del § 7.2.1. delle NTC, in particolare in merito alla REGOLARITA' (delle costruzioni), l'erigenda tettoia può essere considerata regolare, sia in pianta che in altezza.

14. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA

Vedasi schemi grafici allegati.

San Giovanni in Persiceto (BO), lì 10 dicembre 2019

In fede

ing. Antonio Grandi



ALLEGATI

- ASSEVERAZIONE MUR A.1/D.1
- VERBALE DI ACCERTAMENTO A FINE LAVORI
- AII.B - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E SISMICHE DEL SITO
- INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO ANNO 2017
 - *RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA*
 - *ALL.01 - INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO D*
 - *ALL.02 - INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO A - EDIFICIO D*
- ALL.1 - SCHEMA FONDAZIONI
- ALL.2 - SCHEMA COPERTURE
- ALL.3 - SEZIONI TIPICHE EDIFICI



Struttura tecnica competente in materia sismica
 Servizio Tecnico, Valorizzazione del territorio e aree montane
 Ufficio sismica associato

ASSEVERAZIONE da ALLEGARE alla RICHIESTA di P.d.C. / altro titolo edilizio

(ai sensi dell'art. 10, comma 3, della L.R. n. 19/2008 e s.m.i.)

OGGETTO: Allegato alla richiesta o presentazione di PdC / SCIA / _____
 per lavori di (*) **RISTRUTTURAZIONE CON AMPLIAMENTO STABILIMENTO INDUSTRIALE PER
 PRODUZIONI ALIMENTARI**

UBICAZIONE DELL'INTERVENTO:

Comune di **SAN GIOVANNI IN PERSICETO** Indirizzo **VIA DAVIA** n°18 CAP **40017**
 Piano Interno Foglio **121** Mappale/i **220**

Il/La sottoscritto/a COGNOME **GRANDI** NOME **ANTONIO**
 RESIDENTE A **VIGEVANO (PV) INDIRIZZO VIALE DEI MILLE n°73 INT CAP 27029**
 ORDINE/COLLEGIO PROFESSIONALE **INGEGNERI PROV. PV N° ISCR. 1554**
 C.F. **GRNNTN64R09F754U** nella sua qualità di **Progettista architettonico dell'intero intervento**

Il/La sottoscritto/a COGNOME **GRANDI** NOME **ANTONIO**
 RESIDENTE A **VIGEVANO (PV) INDIRIZZO VIALE DEI MILLE n°73 INT CAP 27029**
 ORDINE/COLLEGIO PROFESSIONALE **INGEGNERI PROV. PV N° ISCR. 1554**
 C.F. **GRNNTN64R09F754U** nella sua qualità di **Progettista strutturale dell'intero intervento (*)**

ASSEVERANO

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale, ciascuno per la parte di competenza:

A

per tutte le opere che NON hanno rilevanza strutturale

che i lavori edilizi sotto riportati rientrano tra quelli per cui non è necessaria l'autorizzazione sismica o la denuncia di deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture, in quanto trattasi di:

A.1 (ONS) Opere Non Strutturali che non comportano la necessità di realizzare, modificare, rinnovare o sostituire elementi strutturali dell'edificio, come di seguito descritte:

in alternativa

A.2 (IPRiPI) Interventi Privi di Rilevanza per la Pubblica Incolumità ai fini sismici (art. 9 comma 3 della L.R. n. 19/2008), in quanto ricadenti al punto (2) dell'Allegato 1 alla DGR n.2272/2016, e si allegano gli elaborati tecnici redatti ai sensi del paragrafo 3 del medesimo Allegato:

- trattandosi di interventi contrassegnati dal codice L0: nessun elaborato;
 trattandosi di interventi contrassegnati dal codice L1: elaborato grafico;
 trattandosi di interventi contrassegnati dal codice L2: relazione tecnica esplicativa;
 elaborato grafico;

e che tali interventi **rispettano**:

le prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;

le Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con DM 17 gennaio 2018;

ovvero

ai sensi dell'art. 2 (*Ambito di applicazione e disposizioni transitorie*) del DM 17 gennaio 2018, la normativa previgente in materia sotto indicata:

Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con DM 14 gennaio 2008;

.....

B	per tutte le opere che HANNO rilevanza strutturale
----------	---

che i lavori in oggetto rientrano tra quelli per cui è necessaria/o (barrare la casella corrispondente):

- l'autorizzazione sismica il deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture
in quanto trattasi di (artt. 12, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. n. 19/2008):

<input type="checkbox"/> B.1 art. 10, comma 3, lettera a): istanza di autorizzazione sismica o denuncia di deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture, contestuale alla richiesta del titolo edilizio
e che tali interventi rispettano:
<input type="checkbox"/> le prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;
<input type="checkbox"/> le Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con DM 17 gennaio 2018; ovvero ⁽³⁾ ai sensi dell'art. 2 (<i>Ambito di applicazione e disposizioni transitorie</i>) del DM 17 gennaio 2018, la normativa previgente in materia, trattandosi di: <input type="checkbox"/> opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione al 22/03/2018; <input type="checkbox"/> contratti pubblici di lavori già affidati solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro 5 anni a partire dal 22/03/2018; <input type="checkbox"/> progetti definitivi o esecutivi di opere pubbliche o di pubblica utilità o di contratti pubblici di lavori, affidati prima del 22/03/2018 e solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro 5 anni a partire dal 22/03/2018; <input type="checkbox"/> opere private le cui opere strutturali siano in corso di esecuzione o per le quali sia stato depositato il progetto esecutivo prime del 22/03/2018;
<input type="checkbox"/> le Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con DM 14 gennaio 2008; <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> la congruità tra il progetto esecutivo riguardante le strutture e quello architettonico.

in alternativa

<input checked="" type="checkbox"/> B.2 art. 10, comma 3, lettera b): istanza di autorizzazione sismica o denuncia di deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture, NON contestuale alla richiesta del titolo edilizio. Secondo quanto disposto dall'allegato A alla D.G.R. n. 1373/2011 si allegano: <input checked="" type="checkbox"/> relazione tecnica <input checked="" type="checkbox"/> elaborati grafici
e che tali interventi rispettano:
<input checked="" type="checkbox"/> le prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;
<input checked="" type="checkbox"/> le norme tecniche per le costruzioni.
I sottoscritti si riservano di presentare istanza di autorizzazione sismica o denuncia di deposito del progetto esecutivo delle strutture, prima dell'inizio lavori.

TROMELLO (PV) li 14/01/2020

IL PROGETTISTA ARCHITETTONICO

IL PROGETTISTA STRUTTURALE (1)

(timbro e firma)

(timbro e firma)

note:

(*) Indicare la denominazione riportata nel titolo edilizio.

(1) Per le opere che non hanno rilevanza strutturale (A.1-ONS e A.2-IPRiPI), di cui al presente modulo, non deve essere allegato alla domanda di rilascio del P.d.C., o ad altro titolo edilizio, il progetto esecutivo riguardante le strutture, non è dovuta la dichiarazione di congruità e la firma del progettista strutturale.

(2) Indicare il numero completo del punto considerato.

**Eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012**

Ordinanza n. 27 del 12 marzo 2013 e s.m.i.

"Controllo dei progetti strutturali per edifici privati, produttivi e pubblici"

Decreto n. 836 dell' 8 maggio 2015

"Approvazione delle Linee guida sui controlli riguardanti i progetti delle strutture e le costruzioni ad uso abitativo (MUDE) e ad uso produttivo (SFINGE) nella ricostruzione post sisma 2012"

Rif. int. pratica n. P611 prot. gen. 2017. 00359948 del 16/05/2017			
Committente:	Franco Bignami in qualità di Amministratore della società "La cucina di Bologna s.r.l."		
Indirizzo:	Via Davia n. 18, 40017 San Giovanni in Persiceto – Prov. di Bologna		
Dati Catastali:	Foglio 121 Mappale 220		
Proprietà:	Pubblica <input type="checkbox"/>	Privata <input checked="" type="checkbox"/>	
Atto di riferimento:	L.R. 19/2008; Legge n. 122/2012; Decreto n. 836/2015		
Lavori di:	<i>"Interventi edilizi finalizzati all'eliminazione delle carenze strutturali"</i>		
Tipo di intervento:	Nuova costruzione <input type="checkbox"/>	Adeguamento sismico <input type="checkbox"/>	Miglioramento sismico <input type="checkbox"/> Intervento locale <input checked="" type="checkbox"/>
Impresa aggiudicataria:	G.G. COSTRUZIONI SRL con sede a Montoro (AV)		

Pratica SFINGE	<input type="checkbox"/> Pregressa	<input checked="" type="checkbox"/> Estrazione mensile
Stato dei Lavori strutturali alla data del sorteggio	<input type="checkbox"/> Inizio lavori	<input type="checkbox"/> Fine lavori
	<input type="checkbox"/> Collaudo	<input checked="" type="checkbox"/> Attestazione di rispondenza
Estremi parere favorevole / Autorizzazione sismica		
Comunicazione di avvio del procedimento del controllo a campione	Prot. n° 19685 del 12/05/2016	

Verbale di accertamento a fine lavori*(art. 8 comma 2 Ordinanza Commissariale 27/2013 e s.m.i.)*

L'anno 2017 il giorno 04 del mese di Luglio, i sottoscritti funzionari tecnici del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, Ing. Giuseppe Belligno, Ing. Rita Borgognoni e Ing. Maria Graziano in seguito al preavviso dato al Committente, ai Professionisti interessati, all'Impresa e allo Sportello Unico (SUE o SUAP), con comunicazione prot. PG.2017.0483998 del 30/06/2017, si sono recati in loco ed alla presenza degli intervenuti:

- Ing. **Grandi Antonio** Direttore dei lavori;

Viale della Fiera 8 tel 051.527.4792
40127 Bologna fax 051.527.4208

EMAIL: SEGRGEOL@REGIONE.EMILIA-ROMAGNA.IT
PEC: SEGRGEOL@POSTACERT.REGIONE.EMILIA-ROMAGNA.IT



- Ing. **Grandi Antonio** Progettista delle strutture;
- ~~_____~~ Collaudatore;
- ING GRANDI ANTONIO Tecnico Delegato;
- GEOM JULIANO COSTANTINO per l'Impresa esecutrice;
- ANDREA CASALI per il Committente;
- ~~_____~~ Tecnico Comunale;
- ING ENRICO RAITERI COLLABORATORE DEL TECNICO DELEGATO
- ~~_____~~

hanno proceduto ad una ispezione generale delle opere ultimate in data 10/04/2017, per le quali sono agli atti del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli i seguenti documenti:

- Comunicazione di fine lavori, del 18/04/2017 – PROT.16011
- Relazione a strutture ultimate, del _____
- Certificato di collaudo statico, del _____
- Attestazione di rispondenza, del 18/04/2017 – PROT.16011

Tali opere consistono principalmente in:

INTERVENTI DI PRIMA FASE CON 1) COLLEGAMENTO TRAVI PILASTRI
2) COLLEGAMENTO TRAVI-TRAVI, 3) COLLEGAMENTO HORACURA TALATO
STRUTTURA 4) RIPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI CALCESTRUZZO DISTONDIATO
LESIONATO, ANCHE TRATTAMENTO DELLE BARRE.

I sottoscritti, con gli altri intervenuti alla visita, hanno effettuato una ricognizione dei lavori, ed hanno eseguito a campione alcune verifiche delle strutture ancora visibili e accessibili, e riscontrato quanto segue:

SI E' PROCEDUTO CON UNA ISPEZIONE GENERALE DEI CAPANNONI
2 PARZIALMENTE GITTATI IN OPERA E DUE PREFABBRICATI.



~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~

Rispetto al progetto depositato sono state non sono state eseguite opere in variante; queste sono state dichiarate dal Tecnico incaricato:

non sostanziali, ed è stata messa a disposizione/non è stata messa a disposizione la documentazione prevista dalla DGR n. 687/2011

sostanziali, ed il progetto relativo è stato/non è stato depositato / autorizzato in data _____ con estremi _____

Il Direttore dei lavori delle strutture Antonio Grandi, il Collaudatore _____ e l'Impresa (Tecnico di cantiere o Direttore Tecnico) GEOM. JULIANO COSTANTINO dichiarano, ciascuno per la propria competenza, che le opere realizzate non più ispezionabili sono state eseguite in conformità al progetto (comprensivo delle eventuali varianti) e alle norme tecniche per le costruzioni.

Il Direttore dei lavori delle strutture Antonio Grandi dichiara che, a seguito di idonee procedure di accettazione, i materiali posti in opera risultano conformi alle specifiche tecniche previste dal progetto.

Durante il controllo sulla costruzione è stata visionata la seguente documentazione prodotta dal D.L. e dal collaudatore:-

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E PROGETTO PRELIMINARE DI SECONDA FASE -

~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~

i funzionari incaricati del sopralluogo rilevano quanto segue:

A seguito del sopralluogo e delle verifiche effettuate, i sottoscritti hanno accertato la sostanziale rispondenza delle opere eseguite, come precedentemente descritte, al progetto sottoposto al controllo.

PER QUANTO VISIONATO ED ISPEZIONABILE

~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~



Eventuali allegati:

Del che si è redatto il presente verbale che, letto e confermato, viene sottoscritto dagli intervenuti.

I FUNZIONARI DEL SGSS

Ing. Giuseppe Belligno

Ing. Rita Borgognoni

Ing. Maria Graziano

Giuseppe Belligno
Rita Borgognoni
Maria Graziano

GLI INTERVENUTI

Ing. Antonio Grandi Direttore dei lavori

Ing. Antonio Grandi Progettista delle strutture

_____ Collaudatore

_____ Tecnico Delegato

_____ per l'Impresa esecutrice

_____ per il Committente

_____ Tecnico Comunale

_____ COLLABORATORE

Antonio Grandi
Antonio Grandi
Andrea Corbi

VISTO in data 14/7/2017

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO

(Ing. Gabriele Bartolini)

Il Responsabile del Servizio...
Geologico, Sismico e dei Suoli
Ing. Gabriele Bartolini

Gabriele Bartolini

REGIONE EMILIA ROMAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA
COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

VERIFICA DI SICUREZZA

(D.L. 74/2012, ART.3, commi 7,9,10 - convertito con
modificazioni, in Legge n.122/2012)

Pascariello dott. geol. Renato

Frazione Reale Inferiore n.8
13021 Alagna Valsesia (VC)
Cod Fisc. PSCRNT46C06L6690
P. I.V.A. 01476890023



Allegato n.

B

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E SISMICHE DEL SITO

Rev.	Data	Note	Redatto	Controllato	Approvato
0	19.05.2017	Emissione	P.R.	P.R.	P.R.
1					
Commessa		04GEAB17	Fase	Verifica di sicurezza	
Località		Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO)		Scala	---

Committente

LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.

Sede	Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO)	tel/fax	051 6871448/051 6871216
------	---	---------	-------------------------

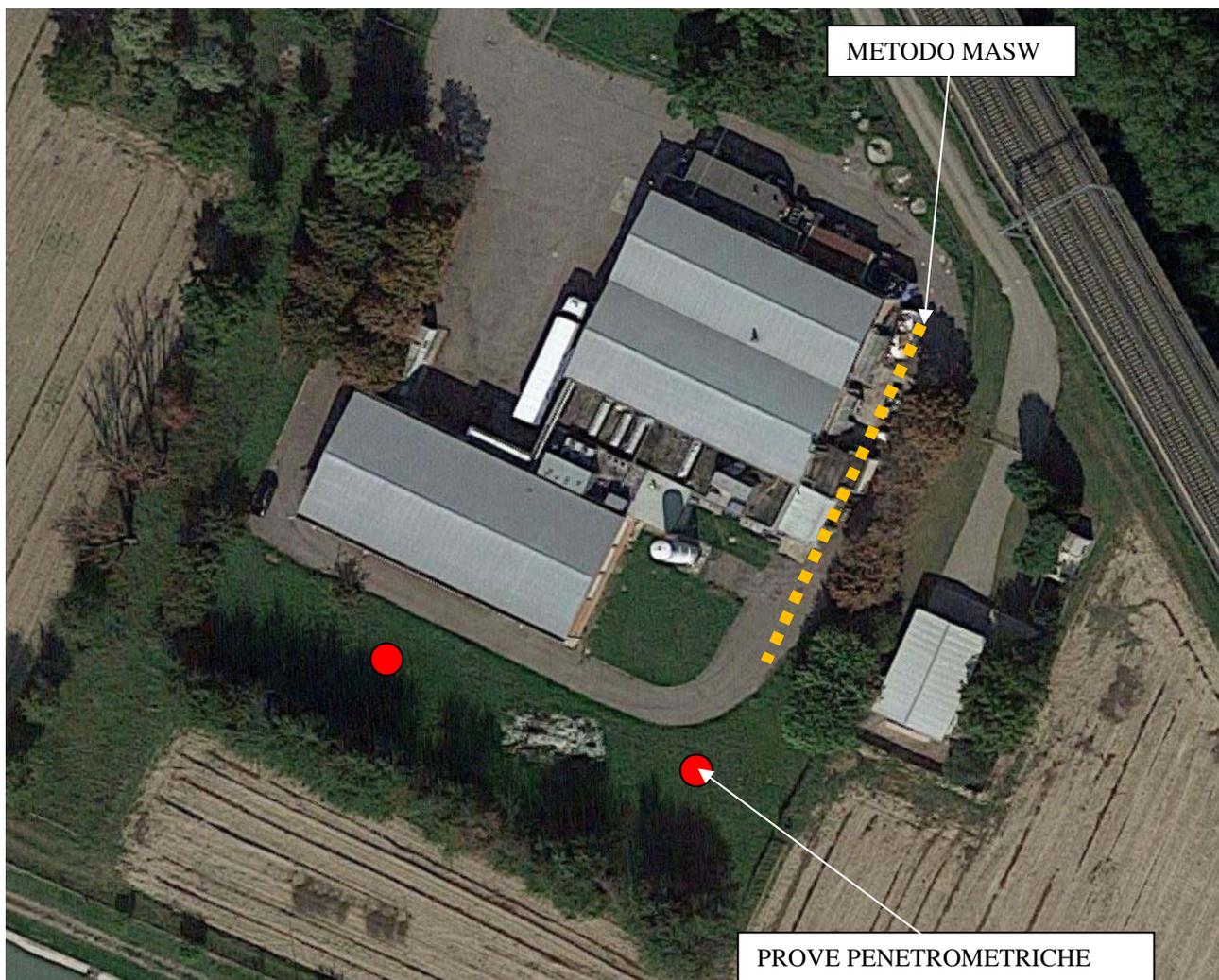
Pascariello Dott. Geol. Renato



LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.

AMMINISTRATORE UNICO: dott. Antonio Scapuzzi

0. Schema posizione prove penetrometriche e metodo masw



1. MODELLO SISMICO DEL SITO - PROVA SISMICA Vs30 con Metodologia MASW

Il territorio comunale di S. Giovanni in Persiceto ricade in zona sismica 3.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo $a(g)$, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di *Rayleigh*, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga.

Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le *onde di corpo* (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di *Rayleigh* è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (*ground roll*), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s . Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il

rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la

curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di *Poisson* e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di *Reyleigh*, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde.

Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (*back scattered*) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale.

Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali.

Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (*back scattered*) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale, se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in relazione alla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione, così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel

tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

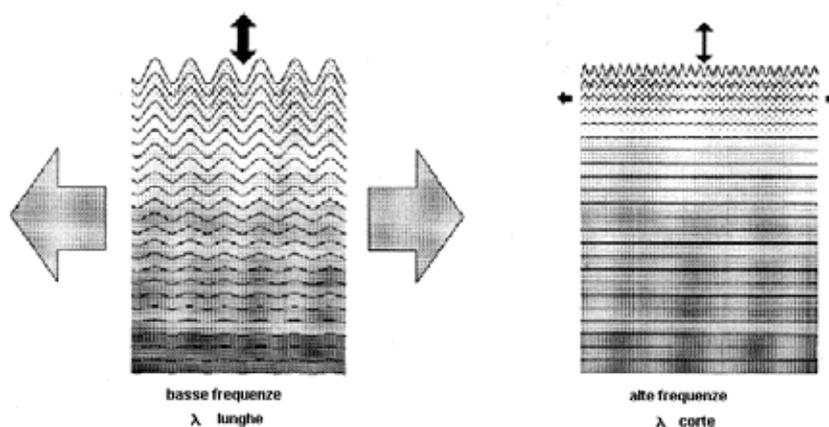
Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente o fucile sismico.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP).

Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione.

Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione.



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche

della dispersione.

STRUMENTAZIONE

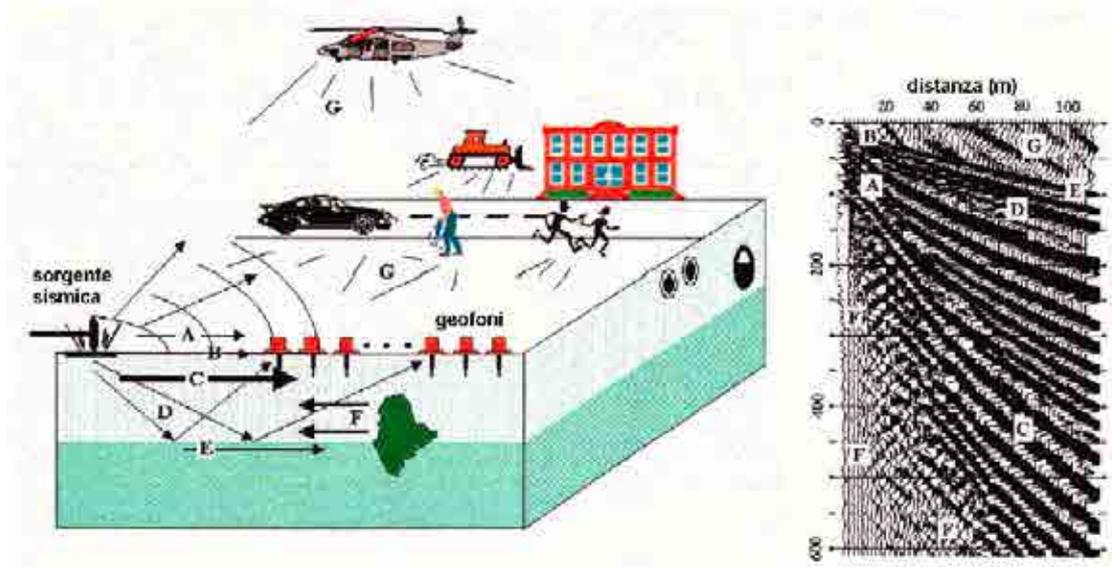
La strumentazione utilizzata è costituita da :

- sismografo EEG BR24 24 canali;
- 24 geofoni a 4.5Hz;
- mazza per energizzazione.

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

Acquisizione multicanale

sismogramma multicanale



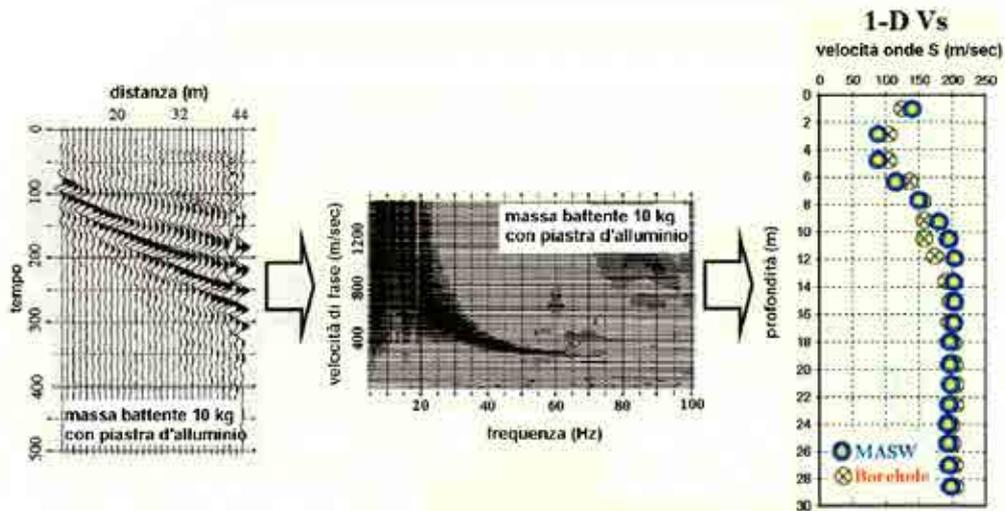
A: onde in aria	E: onde rifratte
B: onde dirette	F: onde riverberate
C: onde di superficie	G: rumore ambientale
D: onde riflesse	

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.

Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



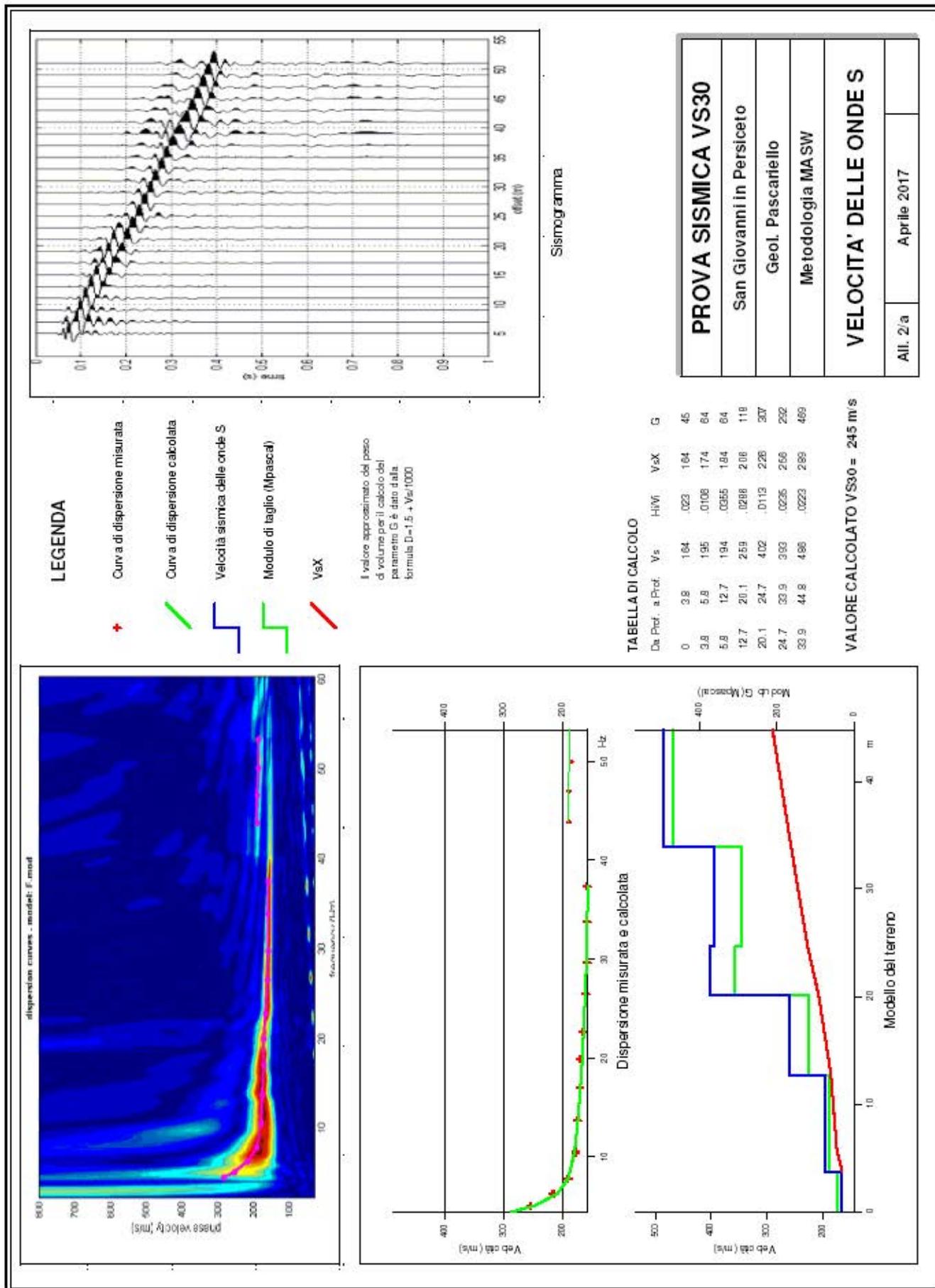
La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.
- 4-

RISULTATI

Qui di seguito, nell'allegato **2/a** sono riportati i risultati della prova MASW.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente. Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione Vs (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde).



Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità. Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di Vs progressiva.

Dalla curva si può quindi ricavare il valore di Vs10, Vs20 e così via, e quindi anche il valore di Vs30, quest'ultimo ovviamente alla profondità 30.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro Vs30 calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

La stratigrafia Vs, riportata nella tavola allegata, è quella utilizzata per il calcolo del Vs30 ed è sismicamente equivalente e ragionevolmente prossima alla stratigrafia reale, ma probabilmente non esattamente coincidente.

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Con riferimento a quanto disposto dal capitolo 3.2.2 delle NTC2008, si è provveduto a classificare il sottosuolo dell'area oggetto d'intervento, attraverso l'analisi dei dati di cui alla tavola allegata.

La tabella di cui sotto, estratta dalle NTC2008, descrive le previste categorie del sottosuolo.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Visti i valori di Vs30 l'area d'intervento si ascrive alla **CATEGORIA C**.

CATEGORIE TOPOGRAFICHETabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Con riferimento alla tabella di cui sopra, si ascrive l'area oggetto d'intervento alla **CATEGORIA T1**.

2. VALUTAZIONE DELL'AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE**PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR**

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato microtremore poiché costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non è generato artificialmente, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz.

A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali.

L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni, quanto maggiori all'aumentare della frequenza, dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n'è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4 h$$

in cui **V_s** è la velocità media delle onde S nello strato *N* ed **h** è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché, la curva HVSR, mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questo, insieme con una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.



Figura 1 - Sismografo EEG con geofono triassiale in fase di acquisizione

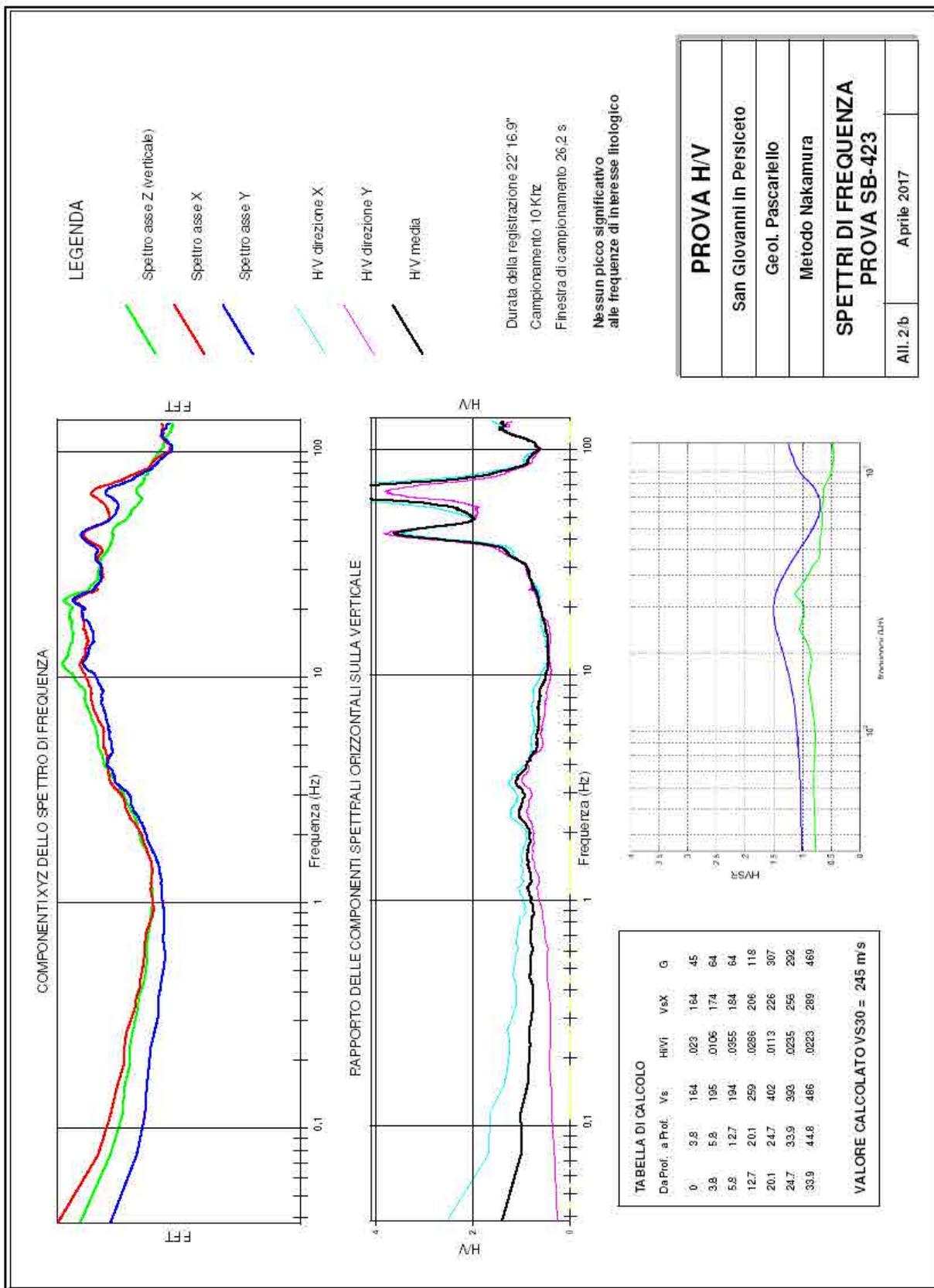
I risultati (grafici) visibili in All. **3/c**, sono stati ottenuti mediante impiego di un geofono triassiale EEG ed elaborati con software EEG:

- il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo t , e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori.

Per ciascuna delle 3 componenti del moto, il software esegue le seguenti elaborazioni:

- divide il tracciato acquisito in finestre di lunghezza L (in questo lavoro generalmente 26 s);
- elimina il trend da ciascuna finestra;
- fa il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
- calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- liscia lo spettro di ogni finestra secondo opportuno smoothing;
- calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.

La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra.



Come si può osservare nell'allegato grafico non sono presenti picchi tra 1 e 10 Hz fatto che sta ad indicare che, localmente, non c'è amplificazione significativa del moto verticale nei terreni sciolti.

3. STIMA della PERICOLOSITA' SISMICA di SITO

Si è provveduto, a ricavare lo spettro di risposta a pericolosità uniforme relativo al Comune di San Giovanni in Persiceto, utilizzando un software distribuito dalla società Geostru s.r.l. inserendo una serie di elementi di base quali:

Latitudine: 44,611218 [°] - Longitudine: 11,215168 [°] in ED50

Classe: II

Vita nominale: 50

Categoria del sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

SITI DI RIFERIMENTO

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	1628 4	44,6123	11,1736	3295,895
Sito 2	1628 5	: 44,6137	11,2437	2272,333
Sito 3	1650 7	44,5637	11,2456	5809,470
Sito 4	1650 6	44,5623	11,1755	6279,529

Nella seguente tabella si riassumono i risultati ottenuti:

PARAMETRI SISMICI

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	Ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,049	2,481	0,257
Danno (SLD)	63	50	0,061	2,515	0,272
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,164	2,515	0,284
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,215	2,475	0,287

COEFFICIENTI SISMICI

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,640	1,000	0,015	0,007	0.725	0,20 0
LD	1,500	1,610	1,000	0,018	0,009	0.892	0,20 0
SLV	1,480	1,590	1,000	0,057	0,029	2,342	0,24 0
SLC	1,380	1,580	1,000	0,083	0,042	2,912	0,28 0

4. RISULTATI

DELLE PROVE

PENETROMETRICHE

Sul retro dello stabilimento sono state eseguite 2 prove penetrometriche Leggere, distanziate di una ventina di metri spinte fino alla profondità massima di - 6,30 m dall'attuale piano di campagna, profondità ritenuta sufficiente a caratterizzare gli orizzonti interessati dal bulbo delle forze delle fondazioni.

Per la loro realizzazione si è utilizzato un penetrometro le cui caratteristiche sono riassunte nella sottostante tabella

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL 030 SUNDA)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,78
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt \text{ corretto}} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5 \text{ t/mq}$.

Densità relativa (%)

Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

Stato di consistenza

Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/s)

Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.

Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.

Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (E_{ed}) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).

Modulo Di Young (E_Y)

D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti

Peso di volume saturo

Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Prova eseguita in data

04/04/2017

Profondità prova

6,30 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.N.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	18	0,807	5,09	6,30	254,25	315,21
0,20	28	0,755	7,40	9,81	370,02	490,33
0,30	46	0,653	10,52	16,11	525,77	805,55
0,40	27	0,751	7,10	9,46	354,98	472,82
0,50	15	0,799	4,01	5,01	200,31	250,74
0,60	8	0,847	2,27	2,67	113,27	133,73
0,70	5	0,845	1,41	1,67	70,64	83,58
0,80	4	0,843	1,13	1,34	56,39	66,86
0,90	5	0,842	1,41	1,67	70,33	83,58
1,00	4	0,840	1,12	1,34	56,15	66,86
1,10	3	0,838	0,84	1,00	42,02	50,15
1,20	1	0,836	0,28	0,33	13,98	16,72
1,30	2	0,835	0,56	0,67	27,90	33,43
1,40	2	0,833	0,56	0,67	27,84	33,43
1,50	1	0,831	0,27	0,32	13,29	15,99
1,60	1	0,830	0,27	0,32	13,26	15,99
1,70	2	0,828	0,53	0,64	26,48	31,98
1,80	4	0,826	1,06	1,28	52,85	63,96
1,90	4	0,825	1,05	1,28	52,75	63,96
2,00	2	0,823	0,53	0,64	26,32	31,98
2,10	3	0,822	0,79	0,96	39,41	47,97

2,20	3	0,820	0,79	0,96	39,34	47,97
2,30	2	0,819	0,52	0,64	26,18	31,98
2,40	2	0,817	0,52	0,64	26,13	31,98
2,50	2	0,816	0,50	0,61	25,00	30,65
2,60	3	0,814	0,75	0,92	37,43	45,97
2,70	4	0,813	1,00	1,23	49,82	61,29
2,80	5	0,811	1,24	1,53	62,17	76,61
2,90	4	0,810	0,99	1,23	49,65	61,29
3,00	5	0,809	1,24	1,53	61,96	76,61
3,10	5	0,807	1,24	1,53	61,85	76,61
3,20	7	0,806	1,73	2,15	86,45	107,26
3,30	10	0,805	2,47	3,06	123,30	153,23
3,40	10	0,803	2,46	3,06	123,10	153,23
3,50	13	0,752	2,88	3,82	143,83	191,23
3,60	15	0,751	3,31	4,41	165,68	220,65
3,70	16	0,750	3,53	4,71	176,43	235,36
3,80	17	0,748	3,74	5,00	187,16	250,07
3,90	17	0,747	3,74	5,00	186,85	250,07
4,00	18	0,746	3,95	5,30	197,53	264,78
4,10	19	0,745	4,16	5,59	208,18	279,49
4,20	21	0,694	4,29	6,18	214,29	308,91
4,30	19	0,743	4,15	5,59	207,54	279,49
4,40	18	0,741	3,93	5,30	196,32	264,78
4,50	18	0,740	3,77	5,09	188,48	254,60
4,60	23	0,689	4,48	6,51	224,22	325,32
4,70	22	0,688	4,28	6,22	214,14	311,17
4,80	20	0,737	4,17	5,66	208,51	282,88
4,90	23	0,686	4,46	6,51	223,19	325,32
5,00	20	0,735	4,16	5,66	207,93	282,88
5,10	25	0,684	4,84	7,07	241,87	353,61
5,20	27	0,683	5,22	7,64	260,84	381,89
5,30	27	0,682	5,21	7,64	260,46	381,89
5,40	30	0,681	5,78	8,49	288,98	424,33
5,50	24	0,680	4,45	6,54	222,31	326,89
5,60	30	0,679	5,55	8,17	277,50	408,61
5,70	36	0,628	6,16	9,81	308,03	490,33
5,80	38	0,627	6,49	10,35	324,66	517,57
5,90	41	0,576	6,44	11,17	321,87	558,43
6,00	44	0,575	6,90	11,99	344,88	599,30
6,10	46	0,575	7,20	12,53	360,00	626,54
6,20	46	0,574	7,19	12,53	359,46	626,54
6,30	50	0,573	7,80	13,62	390,13	681,02

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,5	8,98	-24,46	Incoerente	0	19,71	19,52	4,93	0,78	7	riporto
1,1	2,25	-4,27	Incoerente	0	14,71	18,44	14,27	0,78	1,75	limo e sabbiali con sabbia
2,6	0,74	-2,23	Coesivo	0	14,22	18,04	29,35	0,78	0,58	argilla limosa
3,2	3,36	-4,4	Incoerente	0	14,02	18,34	44,22	0,78	2,62	sabbia e argillasa

											bbia con argilla
4,5	10,87	-14,81	Coesivo	0	18,83	20,69	60,66	0,78	8,48	argilla sabbiosa	
5,7	18,18	-24,04	Coesivo	0	20,1	22,06	84,96	0,78	14,18	argilla limosa	
6,3	37,84	-41,21	Coesivo	0	21,18	23,14	103,38	0,78	29,52	argilla sovraco nsolidat a	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Terzaghi-Peck	3,53
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Terzaghi-Peck	56,09
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Terzaghi-Peck	93,85
Strato (7) argilla sovraco nsolidata	29,52	5,70-6,30	Terzaghi-Peck	195,45

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Robertson (1983)	0,11
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Robertson (1983)	1,66
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Robertson (1983)	2,78
Strato (7) argilla sovraco nsolidata	29,52	5,70-6,30	Robertson (1983)	5,79

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	0,76
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,66
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	14,36
Strato (7)	29,52	5,70-6,30	Trofimenkov (1974),	29,70

argilla sovracconsolidata			Mitchell e Gardner	
------------------------------	--	--	--------------------	--

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Apollonia	0,57
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Apollonia	8,32
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Apollonia	13,91
Strato (7) argilla sovracconsolidata	29,52	5,70-6,30	Apollonia	28,95

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (7) argilla sovracconsolidata	29,52	5,70-6,30	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Meyerhof	14,22
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Meyerhof	18,83
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Meyerhof	20,20
Strato (7) argilla sovracconsolidata	29,52	5,70-6,30	Meyerhof	21,18

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Meyerhof	18,04
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Meyerhof	20,69
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Meyerhof	22,26
Strato (7) argilla sovracconsolidata	29,52	5,70-6,30	Meyerhof	23,14

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio
-------------	------	---------------------	--------------	----------------------------

				(m/s)
Strato (3) argilla limosa	0,58	1,10-2,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose	70,11
Strato (5) argilla sabbiosa	8,48	3,20-4,50	Ohta & Goto (1978) Argille sabbiose	128,45
Strato (6) argilla limosa	14,18	4,50-5,70	Ohta & Goto (1978) Argille limose	148,23
Strato (7) argilla sovracosolidata	29,52	5,70-6,30	Ohta & Goto (1978) Argille	173,63

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Gibbs & Holtz 1957	32,6
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Gibbs & Holtz 1957	6,53
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Gibbs & Holtz 1957	8,43

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Sowers (1961)	29,96
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Sowers (1961)	28,49
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Sowers (1961)	28,73

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	9,26
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	1,75
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Schultze- Menzenbach argillasabbia	3,55

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Begemann 1974 (Ghiaia con	4,10

				sabbia)	
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Begemann 1974 (limo con sabbia)	3,05
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Begemann 1974 (sabbia)	3,22

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Meyerhof ed altri	15,89
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Meyerhof ed altri	13,63
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Meyerhof ed altri	14,02

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) riporto	7	0.00-0,50	7	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	(A.G.I.)	0,35
Strato (4) sabbia e	2,62	2,60-3,20	2,62	(A.G.I.)	0,35

argillasabbia con argilla					
---------------------------	--	--	--	--	--

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) riporto	7	0,00-0,50	7	Ohsaki (Sabbie pulite)	39,70
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Ohsaki (Sabbie pulite)	10,79
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Ohsaki (Sabbie pulite)	15,76

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) riporto	7	0,00-0,50	7	Ohta & Goto (1978) Limi	73,3
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Ohta & Goto (1978) Limi	72,19
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Ohta & Goto (1978) Limi	99,25

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) riporto	7	0,00-0,50	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Navfac 1971-1982	0,21
Strato (4) sabbia e argillasabbia con argilla	2,62	2,60-3,20	2,62	Navfac 1971-1982	0,42

 Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Mpa)
Strato (1) riporto	7	0,00-0,50	7	Robertson 1983	1,37
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	1,75	0,50-1,10	1,75	Robertson 1983	0,34
Strato (4) sabbia e	2,62	2,60-3,20	2,62	Robertson 1983	0,51

argillasabbia con argilla					
------------------------------	--	--	--	--	--

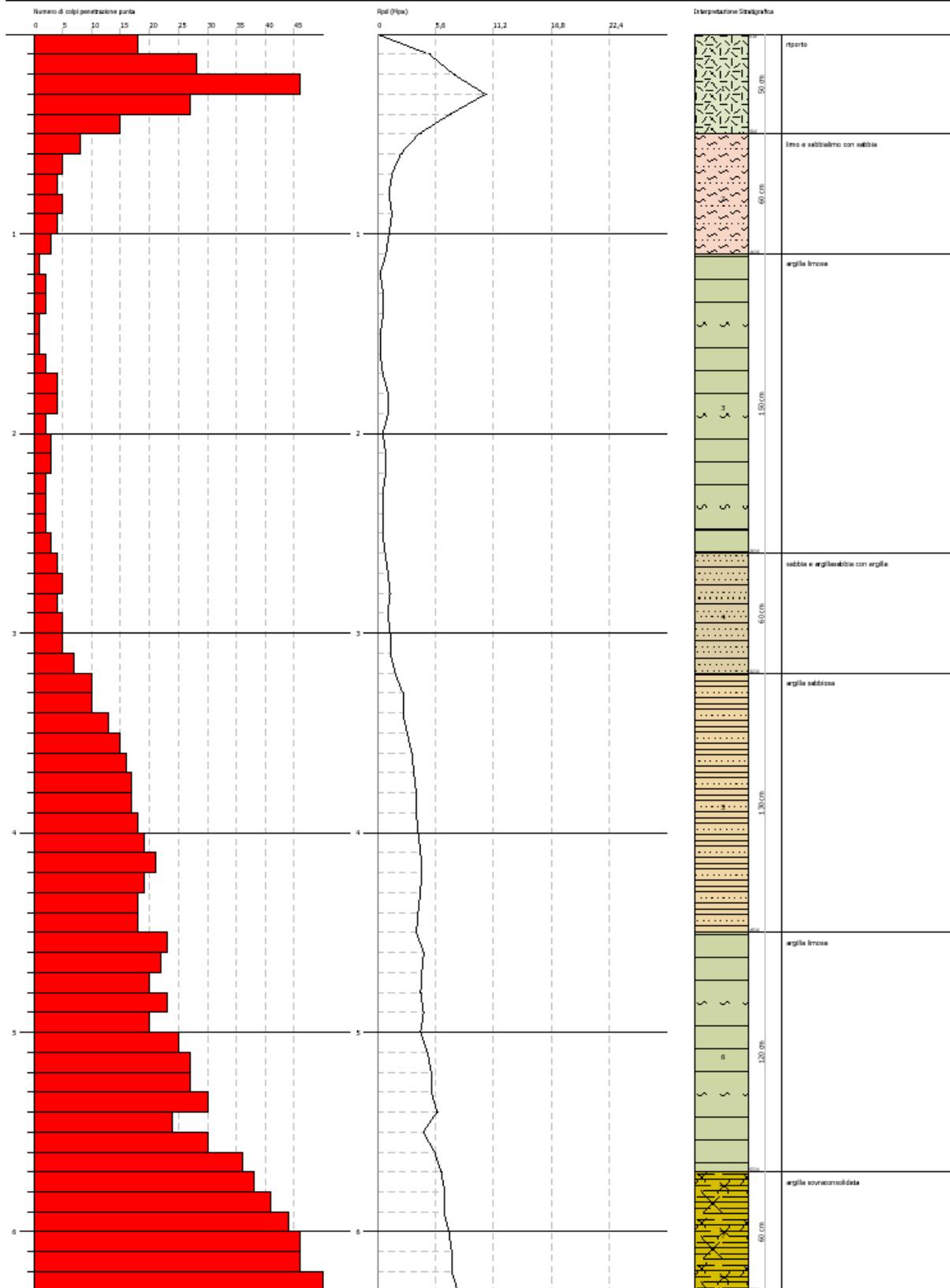
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPM (DL 030 SUNDA)

Certificato Nr. 1000 del 01.04.2017
Verbale di accettazione nr. 100 del 00/00/2020
Codice commessa nr. 00000

Consulente:
 Carbone: S. Giovanni in Persiceto
 Località:

Data: 04/04/2017

Scala: 1:27



PROVA ... Nr.2

Prova eseguita in data

04/04/2017

Profondità prova

5,90 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.N.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	12	0,857	3,60	4,20	180,01	210,14
0,20	13	0,805	3,66	4,55	183,18	227,65
0,30	7	0,853	2,09	2,45	104,53	122,58
0,40	4	0,851	1,19	1,40	59,59	70,05
0,50	4	0,849	1,14	1,34	56,76	66,86
0,60	4	0,847	1,13	1,34	56,63	66,86
0,70	5	0,845	1,41	1,67	70,64	83,58
0,80	4	0,843	1,13	1,34	56,39	66,86
0,90	3	0,842	0,84	1,00	42,20	50,15
1,00	2	0,840	0,56	0,67	28,07	33,43
1,10	3	0,838	0,84	1,00	42,02	50,15
1,20	2	0,836	0,56	0,67	27,96	33,43
1,30	2	0,835	0,56	0,67	27,90	33,43
1,40	2	0,833	0,56	0,67	27,84	33,43
1,50	1	0,831	0,27	0,32	13,29	15,99
1,60	2	0,830	0,53	0,64	26,53	31,98
1,70	2	0,828	0,53	0,64	26,48	31,98
1,80	2	0,826	0,53	0,64	26,42	31,98
1,90	1	0,825	0,26	0,32	13,19	15,99
2,00	1	0,823	0,26	0,32	13,16	15,99
2,10	1	0,822	0,26	0,32	13,14	15,99
2,20	1	0,820	0,26	0,32	13,11	15,99
2,30	2	0,819	0,52	0,64	26,18	31,98
2,40	2	0,817	0,52	0,64	26,13	31,98
2,50	4	0,816	1,00	1,23	49,99	61,29
2,60	4	0,814	1,00	1,23	49,91	61,29
2,70	5	0,813	1,25	1,53	62,27	76,61
2,80	6	0,811	1,49	1,84	74,60	91,94
2,90	7	0,810	1,74	2,15	86,88	107,26
3,00	6	0,809	1,49	1,84	74,35	91,94
3,10	10	0,807	2,47	3,06	123,71	153,23
3,20	10	0,806	2,47	3,06	123,50	153,23
3,30	12	0,805	2,96	3,68	147,96	183,87
3,40	14	0,753	3,23	4,29	161,62	214,52
3,50	16	0,752	3,54	4,71	177,02	235,36
3,60	17	0,751	3,76	5,00	187,77	250,07
3,70	18	0,750	3,97	5,30	198,49	264,78
3,80	23	0,698	4,73	6,77	236,29	338,33
3,90	28	0,697	5,74	8,24	287,17	411,88
4,00	27	0,696	5,53	7,94	276,44	397,17
4,10	26	0,695	5,32	7,65	265,75	382,46
4,20	29	0,694	5,92	8,53	295,92	426,59
4,30	30	0,693	6,11	8,83	305,63	441,30
4,40	30	0,691	6,10	8,83	305,13	441,30
4,50	38	0,640	6,88	10,75	344,16	537,48
4,60	35	0,639	6,33	9,90	316,45	495,05
4,70	34	0,638	6,14	9,62	306,89	480,90
4,80	33	0,637	5,95	9,34	297,37	466,76

4,90	42	0,586	6,96	11,88	348,15	594,06
5,00	35	0,635	6,29	9,90	314,37	495,05
5,10	35	0,634	6,28	9,90	313,86	495,05
5,20	37	0,633	6,63	10,47	331,27	523,34
5,30	43	0,582	7,08	12,16	353,98	608,20
5,40	43	0,581	7,07	12,16	353,39	608,20
5,50	45	0,580	7,11	12,26	355,54	612,92
5,60	45	0,579	7,10	12,26	354,96	612,92
5,70	46	0,578	7,25	12,53	362,26	626,54
5,80	50	0,577	7,86	13,62	393,14	681,02
5,90	58	0,576	9,11	15,80	455,32	789,98

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,2	11,68	-9,02	Incoerente	0	16,87	18,83	1,69	0,78	9,11	riporto
0,8	2,85	-3,79	Incoerente	0	14,51	18,44	7,73	0,78	2,22	limo e sabbiali mo con sabbia
2,4	0,77	-1,67	Coesivo	0	14,91	18,14	24,01	0,78	0,6	argilla limosa
3	3,51	-4,71	Incoerente	0	14,71	18,44	40,35	0,78	2,74	sabbia argillosa
3,7	8,85	-12,56	Coesivo	0	18,14	18,63	51,11	0,78	6,9	argilla sabbiosa
5,2	23,99	-29,3	Coesivo	0	20,5	22,56	72,84	0,78	18,71	argilla limosa
5,9	39,02	-43,83	Coesivo	0	21,28	23,44	95,66	0,78	30,44	argilla sovraco nsolidat a

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	Terzaghi-Peck	3,73
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Terzaghi-Peck	42,27
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Terzaghi-Peck	123,86
Strato (7) argilla sovraco nsolidata	30,44	5,20-5,90	Terzaghi-Peck	201,53

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (3)	0,6	0,80-2,40	Robertson (1983)	0,12

argilla limosa				
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Robertson (1983)	1,35
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Robertson (1983)	3,67
Strato (7) argilla sovracconsolidata	30,44	5,20-5,90	Robertson (1983)	5,97

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	0,78
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	7,08
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	18,89
Strato (7) argilla sovracconsolidata	30,44	5,20-5,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	30,62

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	Apollonia	0,59
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Apollonia	6,77
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Apollonia	18,35
Strato (7) argilla sovracconsolidata	30,44	5,20-5,90	Apollonia	29,85

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (7) argilla sovracconsolidata	30,44	5,20-5,90	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	Meyerhof	14,22
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Meyerhof	18,14
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Meyerhof	20,50
Strato (7) argilla	30,44	5,20-5,90	Meyerhof	21,28

sovracconsolidata				
-------------------	--	--	--	--

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	Meyerhof	18,04
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Meyerhof	18,63
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Meyerhof	22,56
Strato (7) argilla sovracconsolidata	30,44	5,20-5,90	Meyerhof	23,44

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) argilla limosa	0,6	0,80-2,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose	68,57
Strato (5) argilla sabbiosa	6,9	3,00-3,70	Ohta & Goto (1978) Argille sabbiosa	120,66
Strato (6) argilla limosa	18,71	3,70-5,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose	151,47
Strato (7) argilla sovracconsolidata	30,44	5,20-5,90	Ohta & Goto (1978) Argille	171,95

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Gibbs & Holtz 1957	39,01
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Gibbs & Holtz 1957	11,25
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Gibbs & Holtz 1957	9,6

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Sowers (1961)	30,55
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Sowers (1961)	28,62
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Sowers (1961)	28,77

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Schultze- Menzenbach	18,91

				Sabbia ghiaiosa	
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	3,32
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Schultze- Menzenbach Sabbia argillosa	3,62

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,53
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Begemann 1974 (sabbia)	3,14
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Begemann 1974 (sabbia)	3,25

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Meyerhof ed altri	16,67
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Meyerhof ed altri	13,83
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Meyerhof ed altri	14,12

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Poisson
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	---------

		(m)	presenza falda		
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	(A.G.I.)	0,35
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	(A.G.I.)	0,35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Ohsaki (Sabbie pulite)	50,86
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Ohsaki (Sabbie pulite)	13,49
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Ohsaki (Sabbie pulite)	16,44

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Ohta & Goto (1978) Limi	64,29
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Ohta & Goto (1978) Limi	68,7
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Ohta & Goto (1978) Limi	98,65

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Navfac 1971-1982	1,91
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Navfac 1971-1982	0,32
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Navfac 1971-1982	0,45

 Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Mpa)
Strato (1) riporto	9,11	0.00-0,20	9,11	Robertson 1983	1,79
Strato (2) limo e sabbialimo con sabbia	2,22	0,20-0,80	2,22	Robertson 1983	0,44
Strato (4) sabbia argillosa	2,74	2,40-3,00	2,74	Robertson 1983	0,54

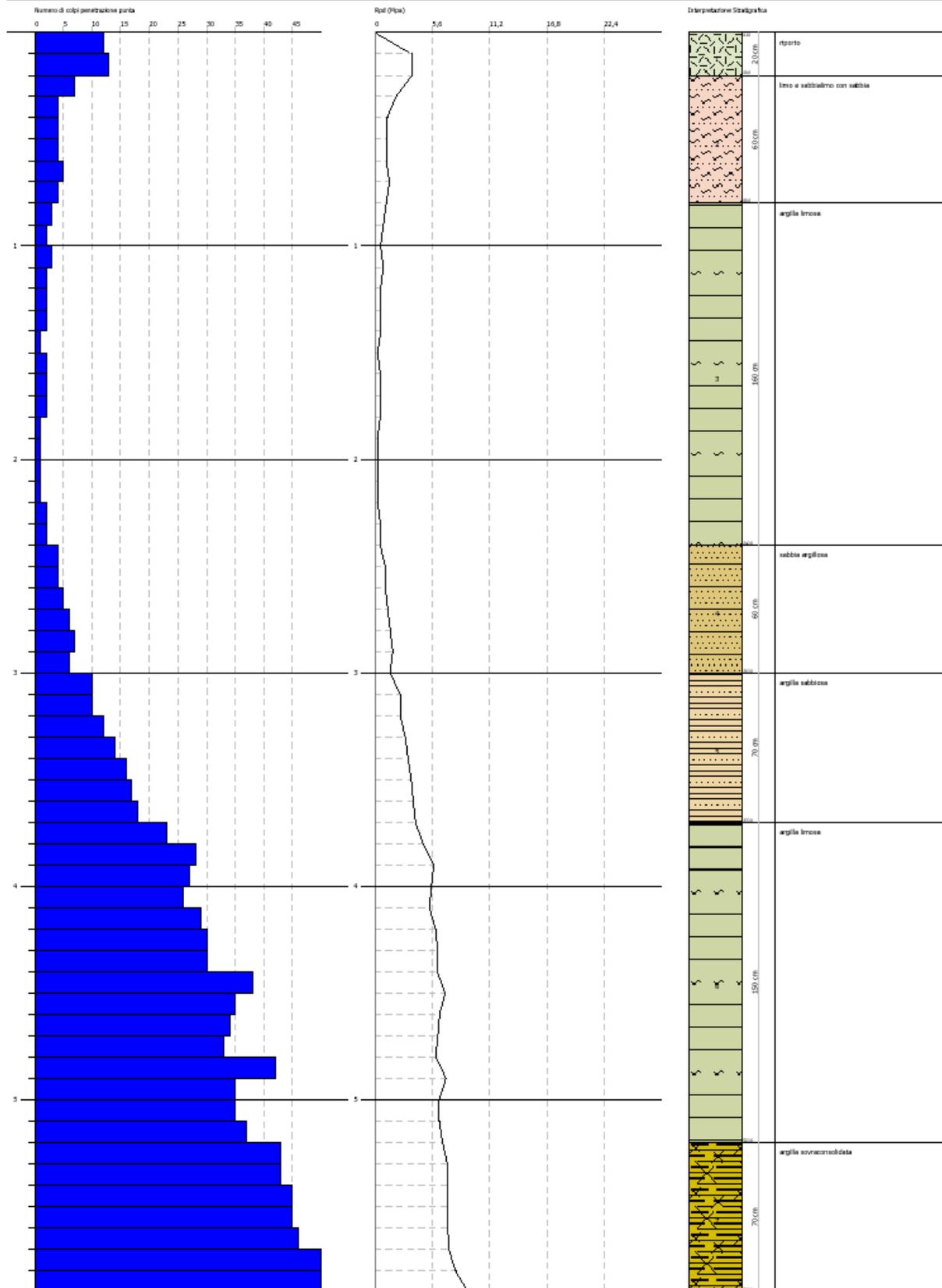
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPM (DL 030 SUNDA)

Certificato Nr. 1001 del 01.04.2017
Verbale di accettazione nr. 100 del 00/00/2020
Codice commessa nr. 00000

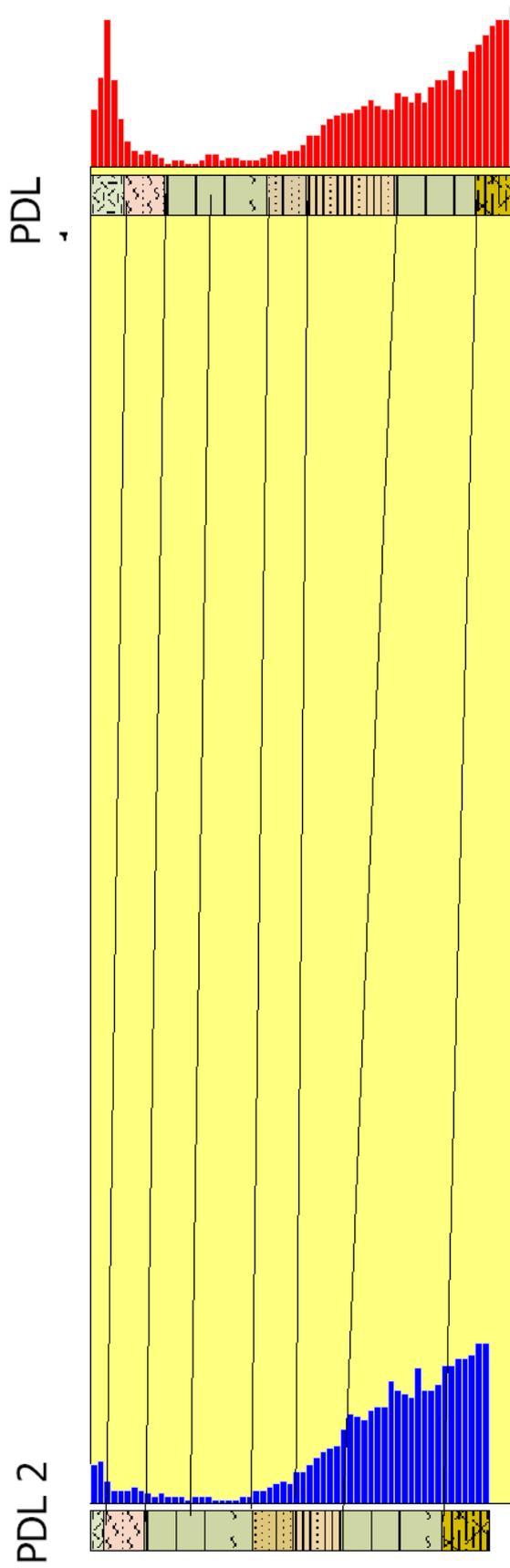
Contributo:
 Comune: S. Giovanni in Persiceto
 Località:

Data: 04/04/2017

Scala: 1:25



SEZIONE STRATIGRAFICA



Nota

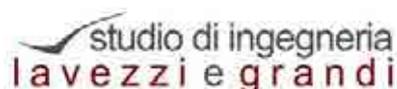
Sulla base dei valori medi riscontrati i parametri da utilizzarsi, a mio avviso, sono quelli riportati nella sottostante tabella riassuntiva.

Prof. Strato (m)	Cu (KPa)	Eed Edometrico (Mpa)	Ey Elastico (Mpa)	Densità relativa (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Angolo d'attrito (°)	Classificazione AGI
0,2	0	14,08	4,32	39,01	18,29	18,83	1,69	30,2	POCO ADDENSATO
1,0	0	2,54	3,10	8,90	14,61	18,44	7,73	28,5	SCIOLTO
2,5	3,63	0,77	0,58	0	14,22	18,04	24,01	20	PRIVO DI CONSISTENZA
3,1	0	3,59	3,24	9,00	14,02	18,34	40,35	28,7	SCIOLTO
4,1	49,58	7,87	7,55	0	18,14	18,63	51,11	15	CONSISTENTE
5,4	108,85	16,63	16,10	0	20,10	22,06	72,84	15	MOLTO CONSISTENTE
6,3	198,28	-43,83	29,90	0	21,18	23,14	95,66	16	ESTREM. CONSISTENTE

REGIONE EMILIA ROMAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA
COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

**OPERE STRUTTURALI FINALIZZATE ALL'EMISSIONE DEL CERTIFICATO
DI AGIBILITA' SISMICA DEFINITIVO, AI SENSI DEL D.L. 74/2012 ART.3
COMMA 10 CONVERTITO, CON MODIFICAZIONI, IN LEGGE N.122/2012,
PRESSO L'ATTIVITA' PRODUTTIVA DENOMINATA
"LA CUCINA DI BOLOGNA"**

 studio di ingegneria
lavezzi e grandi

Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39.0382.809100 - Fax +39.0382.809874
P.IVA 01544450180
amministrazione@studiolavezzigrandi.it
www.studiolavezzigrandi.it



**RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA
STIMA DEI COSTI
INTERVENTI IN PROGETTO**

Rev.	Data	Note			Redatto	Controllato	Approvato
0	25.05.2017	Emissione			R.D.	A.G.	A.G.
1							
Commessa		04GEAB17	Fase	AGIBILITA' SISMICA DEFINITIVA			
Località		Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO)			Scala	1:5 - 25 - 50	

Committente

LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.

Sede	Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO)	tel/fax	051 6871448/051 6871216
------	---	---------	-------------------------

studio di ingegneria lavezzi e grandi

**Studio di Ingegneria
Lavezzi e Grandi**
Via Monte Nero 10/C
27020 Tromello (PV)
C.F./P.IVA 01544450180



PROGETTISTA RESPONSABILE: ing. Antonio Grandi

LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.

AMMINISTRATORE: dott. Antonio Scapuzzi

SOMMARIO

PREMESSA	- 2 -
1 CRONISTORIA	- 3 -
1.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO	- 5 -
1.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E SISMICHE DEL SITO	- 7 -
1.3 INDAGINI CONOSCITIVE E NON DISTRUTTIVE SU ELEMENTI STRUTTURALI.....	- 10 -
1.4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.....	- 12 -
2 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO	- 15 -
3 ANALISI STRUTTURALE	- 16 -
3.1 IPOTESI PROGETTUALI.....	- 16 -
3.2 DESCRIZIONE GENERALE DELLE STRUTTURE ANALIZZATE....	- 17 -
3.3 SOFTWARE STRUTTURALE E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO AL 60%	- 19 -
3.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLE STRUTTURE - METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA	- 24 -
3.5 VERIFICA EDIFICIO D UTILIZZANDO UNA PERCENTUALE DELL' AZIONE SISMICA DI PROGETTO PARI AL 60%.....	- 25 -
4 INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO PROPOSTI	- 28 -
4.1 SOSTITUZIONE COPERTURA ESISTENTE	- 28 -
4.2 CONTROVENTI COPERTURA IN FALDA	- 29 -
4.3 INTERVENTO RETROFIT FORCELLA PILASTRO - TRAVE	- 31 -
4.4 INTERVENTO RETROFIT SEZIONE PILASTRO - MURATURA IN CORRISPONDENZA FINESTRATURE A NASTRO	- 32 -
4.5 RIBALTAMENTO FUORI PIANO DEI TAMPONAMENTI IN MURATURA	- 34 -
5 STIMA DEI COSTI	- 35 -
6 NOTA IMPORTANTE	- 38 -
RINGRAZIAMENTI	- 39 -
BIBLIOGRAFIA	- 39 -

PREMESSA

La presente relazione viene redatta con lo scopo di proporre interventi strutturali di miglioramento sismico da porsi in opera sul complesso produttivo de *La Cucina di Bologna*, sito nel territorio comunale di San Giovanni in Persiceto in Frazione Cà Davia, nello specifico in Via Davia 18.

Tali interventi, oltre naturalmente a permettere l'aumento della capacità di risposta delle strutture nei confronti dell'azione sismica di progetto, per il sito in esame, al 60% rispetto ad una nuova costruzione, sono altresì finalizzati all'emissione del Certificato di Agibilità Sismica Definitivo, secondo i dettami del D.L. 74/2012 art.3 comma 10 convertito, con modificazioni, in Legge n.122/2012.

1 CRONISTORIA

La normativa vigente, nella fattispecie il D.L. 74/2012 convertito, con modificazioni, in Legge n.122/2012, prevede che i titolari di attività produttive site sul territorio comunale di località appartenenti all'elenco di quelle interessate (cratere sismico) dagli eventi sismici che hanno coinvolto, a partire dal 20 maggio 2012, una parte dell'Emilia Romagna, debbano acquisire apposita Certificazione di Agibilità Sismica rilasciata da un professionista abilitato, a seguito della valutazione della sicurezza effettuata secondo le previsioni delle Norme Tecniche delle Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008, capitolo 8.

Il suindicato dettato normativo, nella fattispecie l'art.3 comma 8 bis, permetteva, nelle more delle attività propedeutiche alla redazione del Certificato di Agibilità Sismica Definitivo, la ripresa delle lavorazioni unicamente dopo l'emissione di un Certificato di Agibilità Sismica Provvisorio, la cui redazione era possibile unicamente a seguito di verifiche circa la presenza o meno di determinate carenze strutturali.

Nell'ambito in oggetto, a seguito:

- dell'individuazione di alcune carenze strutturali, nella fattispecie assenza di collegamenti tra elementi strutturali verticali e orizzontali (pilastro - trave) e tra questi ultimi (trave - elementi di copertura) nonché presenza di elementi di tamponatura non adeguatamente ancorati alle strutture principali;
- della loro risoluzione tramite la messa in opera dei seguenti collegamenti:
 - COLLEGAMENTO PILASTRO - TRAVE (TIPO 1);
 - COLLEGAMENTO TRAVE - TEGOLO (TIPO 2R1);
 - COLLEGAMENTO TRAVE - PILASTRO ARRETRATO (TIPO 3);
 - COLLEGAMENTO PILASTRO - MURATURA (TIPO 4);

oltre al ripristino del copriferro deteriorato in alcuni frangenti, previo trattamento delle barre di armatura;

assieme alla considerazione che:

- la struttura, a seguito dell'evento sismico, è rimasta in campo elastico lineare con assenza di plasticizzazioni;
- non sono stati rilevati cedimenti alle opere di fondazione;
- non sono stati rilevati cedimenti e/o rigonfiamenti nelle zone pavimentate interne ed esterne;
- non è stata rilevata perdita di verticalità degli elementi strutturali,

in data **18 aprile 2017** è stato depositato (prot.**16013**), presso le sedi competenti, il **Certificato di Agibilità Sismica Provvisorio**.

L'intervento di messa in sicurezza provvisorio eseguito è classificabile quale una successione di interventi locali ai nodi, finalizzati a impedire e/o a limitare gli scorrimenti reciproci potenzialmente indotti dall'azione sismica i quali potrebbero condurre alla perdita di appoggio degli elementi strutturali portanti, con il conseguente collasso della struttura.

Il caso in oggetto - tenuto in conto che l'accelerazione spettrale subita dal complesso produttivo, così come risulta dalle mappe di scuotimento dell'I.N.G.V., non ha superato una percentuale pari al 70% dell'accelerazione spettrale elastica richiesta dalla norma vigente ad una costruzione nuova di analoghe caratteristiche, per il profilo di sottosuolo corrispondente - è stato assoggettato a valutazione della sicurezza, in conformità al capitolo 8.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, naturalmente tenendo conto degli interventi locali effettuati ai sensi del comma 8.

In data **22 maggio 2017** è stata depositata (prot.**20993**), presso le sedi competenti, la **Verifica di Sicurezza** la quale prevede che, a fronte di un livello di sicurezza in percentuale pari al **34,73%** (35%), entro la data **8 giugno 2019** dovranno essere eseguiti gli interventi di miglioramento sismico necessari al raggiungimento di una percentuale di sicurezza pari ad almeno il 60%.

La presente relazione definisce, assieme agli elaborati grafici allegati, la tipologia di interventi strutturali proposti, propedeutici al raggiungimento della suindicata percentuale di sicurezza.

Al fine di meglio inquadrare l'ambito di azione, nel seguito si riporta una breve descrizione sia dell'insediamento produttivo che della campagna di indagini effettuate sui terreni e sulle strutture, le quali saranno assoggettate alle analisi e alle verifiche necessarie all'esatta definizione delle lavorazioni proposte. Per un approfondimento delle stesse si rimanda alla documentazione di cui alla Verifica di Sicurezza.

1.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO

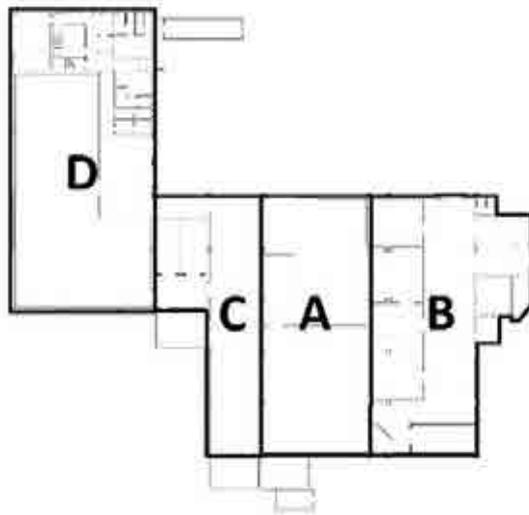
L'opificio *La Cucina di Bologna* è costituito da quattro edifici principali, realizzati in epoche successive, così definiti:

- **Edificio A:** è l'immobile più vetusto, risalente all'anno 1970, costituito da pilastri prefabbricati sui quali appoggiano travi anch'esse prefabbricate, solidarizzate ai pilastri da un successivo getto integrativo. La copertura è realizzata tramite lastre piane in laterizio armato. Di tale struttura non si dispone di alcun elaborato progettuale e suoi elementi strutturali sono stati investigati con le metodologie già ampiamente descritte in sede di redazione di Valutazione di Sicurezza.
- **Edificio B:** realizzato nell'anno 1982, è un immobile interamente prefabbricato, edificato in fregio all'Edificio A. La copertura è anch'essa costituita da lastre piane in laterizio armato. Il costruttore, GUIDETTI PREFABBRICATI con sede in Mirabello (FE), ha gentilmente fornito copia di archivio del progetto strutturale.
- **Edificio C:** interamente gettato in opera, con telaio portante in calcestruzzo armato collegato con nodi rigidi. La copertura piana è collocata a circa quattro metri dal piano pavimento. In merito a tale struttura, come già evidenziato in sede di redazione di valutazione di Sicurezza, non si possiede

alcun tipo di documentazione tecnica.

- **Edificio D:** realizzato nel 1986, è un edificio interamente prefabbricato con copertura costituita da lastre piane in laterizio armato. Il costruttore, GUIDETTI PREFABBRICATI con sede in Mirabello (FE), ha gentilmente fornito copia di archivio del progetto strutturale.

Quanto succitato è ben rappresentato nella seguente immagine.



Schema edifici costituenti il complesso produttivo de La Cucina di Bologna

Gli edifici si presentano in ottimo stato conservativo e funzionale, sia relativamente agli elementi strutturali sia per quanto riguarda i manufatti di completamento, in speciale modo le murature, perimetrali ed interne e le pavimentazioni a servizio degli ambienti lavorativi.

Gli eventi sismici occorsi in data 20 e 29 maggio 2012 non hanno prodotto danni e/o lesioni alcune per cui si ritiene le strutture in esame abbiano risposto alla sollecitazione sismica rimanendo in campo elastico lineare.

Importante sottolineare come l'Edificio C, di completamento, si presenti di modesta entità, con struttura ribassata rispetto al colmo degli immobili adiacenti e con una copertura, piana, collocata ad una quota minore di quella di imposta delle finestre a nastro dei capannoni finitimi. Non è stata riscontrata alcuna

fessurazione e/o ammaloramento in tale porzione edilizia per cui la stessa non sarà oggetto di intervento.

1.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E SISMICHE DEL SITO

Nella parte retrostante e a lato dell'Edificio D sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche leggere, distanziate reciprocamente di circa venti metri, spinte fino ad una profondità pari a 6,30 m dall'attuale piano campagna, profondità ritenuta sufficiente a caratterizzare gli orizzonti interessati dal bulbo delle pressioni indotte dalle fondazioni.

Quanto scaturito dalle succitate prove è stato elaborato mediante il software di calcolo automatico Dynamic Probing - GeoStru Software; tale programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983), Meyerhof (1956), Desai (1968), Borowczyk-Frankowsky (1981) e consente di estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche. In particolare:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle varie resistenze alla punta.

Nella seguente tabella è riportato l'andamento stratigrafico del sito indagato:

Prof. strato (m)	Cu (kPa)	E _{ed} Edometrico (Mpa)	E _y Elastico (Mpa)	Densità relativa (%)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso unità di volume saturo (kN/m ³)	Tensione efficace (kPa)	Angolo d'attrito (°)	Classificazione AGI
0,2	0	14,08	4,32	39,01	18,29	18,83	1,69	30,2	POCO ADDENSATO
1,0	0	2,54	3,10	8,90	14,61	18,44	7,73	28,5	SCIOLTO
2,5	3,63	0,77	0,58	0	14,22	18,04	24,01	20	PRIVO DI CONSISTENZA

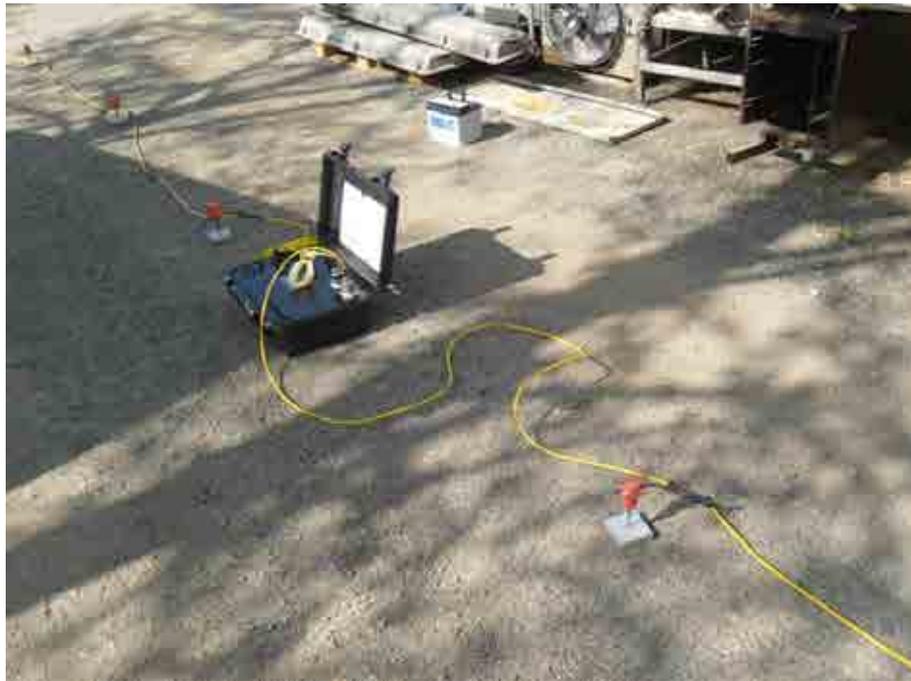
3,1	0	3,59	3,24	9,00	14,02	18,34	40,35	28,7	SCIOLTO
4,1	49,58	7,87	7,55	0	18,14	18,63	51,11	15	CONSISTENTE
5,4	108,85	16,63	16,10	0	20,10	22,06	72,84	15	MOLTO CONSISTENTE
6,3	198,28	-43,83	29,90	0	21,18	23,14	95,66	16	ESTREM. CONSISTENTE

Stratigrafia ricostruita presso il sito in esame

Il modello sismico del sito è stato caratterizzato mediante la Prova Vs30 con metodologia MASW, utilizzando un sismografo EEG BR24 a 24 canali con uno stendimento lineare pari a 60 m, comprendente 24 geofoni a 4.5 Hz. Gli impulsi di energizzazione sono stati indotti con l'utilizzo di una mazza pesante 15 kg, ad attivazione manuale. La procedura prevede l'acquisizione dei dati di campo, l'estrazione della curva di dispersione e l'inversione della curva di dispersione al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs, il quale descrive la variazione di Vs con la profondità. Lo stendimento è stato realizzato nella parte retrostante dell'insediamento produttivo; nelle fotografie seguenti sono ben evidenti la strumentazione e il ramo di stendimento a tergo dell'Edificio B.

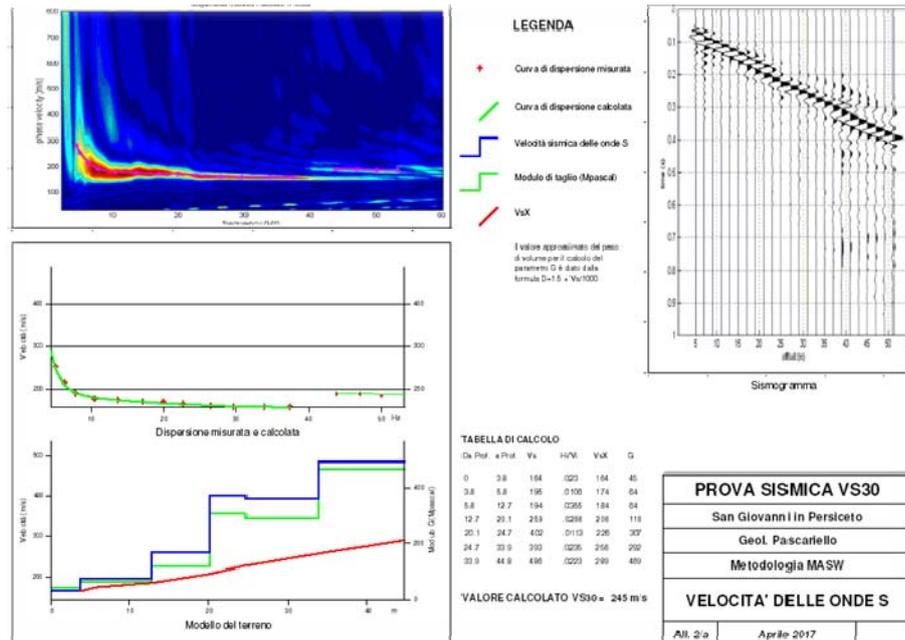


Strumento di misura utilizzato (ricevitore e sonde)



Stendimento sismico zona retrostante l'Edificio B

Nella figura seguente si riportano i risultati della prova MASW ove, nel riquadro in alto a sinistra, si evidenzia l'andamento della dispersione dell'energia sismica mentre al di sotto è ben visibile l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente. Sono presenti altresì i grafici relativi al modello del terreno, come stratificazione V_s (spezzata di colore blu) ovvero Modulo di Taglio (spezzata di colore verde).



I risultati finali mostrano l'assenza di picchi compresi tra 1 e 10 Hz, a significare che localmente (per il sito di interesse) non vi è amplificazione significativa del moto verticale nei terreni sciolti.

1.3 INDAGINI CONOSCITIVE E NON DISTRUTTIVE SU ELEMENTI STRUTTURALI

Al fine di definire al meglio la classificazione dei materiali utilizzati e presenti nelle strutture in situ (calcestruzzo e barre metalliche d'armatura), sono stati accuratamente analizzati i dati di progetto, naturalmente per i manufatti per i quali la documentazione progettuale si è resa disponibile. Per gli elementi gettati in opera e per quelli prefabbricati in merito ai quali non è stato possibile reperire alcuna documentazione tecnica, sono stati eseguiti rilievi non distruttivi finalizzati alla valutazione, con relativa quantificazione, del processo di carbonatazione superficiale in atto, alla definizione della resistenza caratteristica del calcestruzzo ovvero all'individuazione della posizione delle barre di armatura.

Il livello di carbonatazione è stato indagato per via chimica, le resistenze del

calcestruzzo sono state stimate mediante misure sclerometriche, i ferri di armatura sono stati investigati tramite strumentazione dedicata HILTI Ferrosan RV10+RS10.

I documenti progettuali del costruttore, GUIDETTI PREFABBRICATI, indicano una resistenza caratteristica di progetto del calcestruzzo degli elementi prefabbricati (R_{ck}) pari a 35 MPa, acciaio utilizzato FeB44k. Gli elementi gettati in opera possiedono una resistenza caratteristica del calcestruzzo stimata, ad oggi, compresa tra 20 MPa e 25 MPa; per l'acciaio ci si è riferiti alla classe FeB44k.

Come citato negli elaborati tecnici di cui al Certificato di Agibilità Sismica Provvisorio, le strutture di fondazione si presentano in ottimo stato conservativo, con evidente riscontro sulle pavimentazioni interne ed esterne le quali mostrano una superficie piana con l'assenza di rigonfiamenti e/o depressioni varie: malgrado gli eventi sismici del mese di maggio 2012 e gli anni di esercizio del complesso produttivo, non si evidenzia cedimento alcuno. Anche i riscontri delle prove penetrometriche, assieme alle ispezioni visive al piano di posa degli elementi interrati, confermano la congruità tra le sollecitazioni trasmesse dalle fondazioni e i fattori di portanza del terreno.

Nelle verifiche strutturali si terrà conto di un coefficiente di sovra consolidazione del terreno sotto plinto pari a 1,2 - 1,3. L'immagine seguente riporta uno dei sondaggi eseguiti presso un plinto di fondazione dell'Edificio D.



1.4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Utilizzando il software Sismicad 12.9 - Concrete S.r.l. - Padova è stata eseguita l'analisi strutturale degli edifici esistenti in cemento armato, con livello di conoscenza definito, secondo il metodo dell'analisi lineare dinamica utilizzando lo spettro ridotto dal fattore di struttura. Nel seguito un estratto delle varie risultanze.

L'analisi condotta sull'Edificio B ha prodotto i risultati nel seguito riassunti.

Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 28/02/2017

TR,C	TR,Rif	PAM	Classe PAM	IS-V	Classe IS-V	Tipo rottura
36	475	2.674	D	34.725	D	flessione pilastri

Periodo di ritorno di capacità (TR,C): 36 anni

Periodo di ritorno di riferimento (TR,Rif): 475 anni

Perdita media annua attesa (PAM): 2,67 %

Classe di rischio PAM (Classe PAM): D

Indice di sicurezza (IS-V): 34,725 %

Classe di rischio IS-V (Classe IS-V): D

Tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati: flessione pilastro

L'analisi condotta sull'Edificio D ha prodotto i risultati nel seguito riassunti.

Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 28/02/2017

TR,C	TR,Rif	PAM	Classe PAM	IS-V	Classe IS-V	Tipo rottura
41	475	2.391	C	36.627	D	flessione pilastri

Periodo di ritorno di capacità (TR,C): 41 anni

Periodo di ritorno di riferimento (TR,Rif): 475 anni

Perdita media annua attesa (PAM): 2,39 %

Classe di rischio PAM (Classe PAM): C

Indice di sicurezza (IS-V): 36,63 %

Classe di rischio IS-V (Classe IS-V): D

Tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati: flessione pilastro.

Al fine di valutare l'indice di sicurezza relativo all'intero insediamento produttivo si dovrà naturalmente fare riferimento al minimo valore ottenuto dalle succitate analisi, corrispondente a quanto evidenziato per l'Edificio B.

In particolare:

INDICE DI SICUREZZA (IS-V): 34,73 %

CLASSE DI RISCHIO IS-V (CLASSE IS-V): D

2 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO

Le verifiche sono state eseguite nel pieno rispetto della normativa vigente e cogente in materia, in particolare:

- Nuove norme tecniche per le costruzioni - D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008
- Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 - Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n.617 C.S.LL.PP.
- D.L. 74/2012 convertito, con modificazioni, in Legge n.122/2012
- Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 28/02/2017.

3 ANALISI STRUTTURALE

3.1 IPOTESI PROGETTUALI

Al fine di poter emettere il Certificato di Agibilità Sismica Definitivo dovranno essere posti in opera interventi strutturali necessari per aumentare la capacità di risposta delle strutture nei confronti della domanda di azione sismica di progetto, per il sito in esame, dalla percentuale del 35% a quella del 60%.

Esistono molteplici approcci progettuali da utilizzarsi allo scopo; la scelta degli interventi non può però prescindere da una corretta analisi delle peculiarità del contesto d'azione, da una precisa valutazione circa la loro invasività nei confronti dell'ambiente lavorativo ovvero di considerazioni varie in merito ad eventuali prolungati fermo impianto, alla necessità di rimozione di macchine operatrici, di apparecchiature, di impianti a servizio della produzione (acqua, gas, energia elettrica, aria, oleodinamica, controllo) interferenti con i punti di intervento. Spesso la mancata o errata valutazione di tali aspetti può comportare costi significativi, non considerati a priori.

Nella fattispecie in esame la labilità principale consiste nel rischio della formazione di una cerniera plastica alla base dei pilastri, provocata dall'azione indotta dalla presenza degli elevati carichi in copertura; come ben noto la forza sismica, $F=m*a$, è una forza apparente dipendente dalla presenza della massa eccitata dall'accelerazione iniettata dall'evento tellurico. Come meglio evidenziato nel seguito, la sostituzione degli attuali pannelli di copertura in laterizio armato, con sovrastante manto costituito da isolante termico in lana di roccia e lastre di amianto incapsulate con lamiera grecata con un nuovo tetto costituito da pannelli grecati coibentati in acciaio zincato preverniciato in opera su sottostante telaio metallico, consente di diminuire il peso unitario da 230 daNm⁻² a 15 daNm⁻².

I vantaggi dovuti a tale proposta progettuale possono essere così riassunti:

- viene abbinata alla rimozione dei pannelli in laterizio armato la rimozione delle lastre in cemento-amianto incapsulate, le quali dovrebbero essere in ogni caso eliminate al fine di posizionare il COLLEGAMENTO TRAVE - TEGOLO (TIPO 2R), la cui messa in opera fu impedita, durante i lavori di eliminazione delle carenze strutturali, proprio dal ritrovamento dei suddetti manufatti;
- vengono concentrati tutti gli interventi di messa in sicurezza di fatto in copertura o in prossimità della medesima;
- vengono ridotti drasticamente i tempi di esecuzione delle opere;
- non occorre effettuare modifiche significative al layout impiantistico, sia principale che di servizio;
- non occorre porre in opera lavorazioni secondarie quali ripristino di intonaci, di pavimenti e di rivestimenti, di tinteggiature e così via;
- in ultimo viene migliorata la risposta termica dell'edificio nel complesso.

Utilizzando il software Sismicad 12.9 - Concrete S.r.l. - Padova è stata eseguita l'analisi strutturale e la relativa verifica dell'Edificio D, sicuramente il più sollecitato in quanto geometricamente più significativo.

3.2 DESCRIZIONE GENERALE DELLE STRUTTURE ANALIZZATE

Come detto, presso la sede aziendale del costruttore dell'Edificio D è stato possibile recuperare la documentazione progettuale inerente la struttura prefabbricata di tale immobile. Nel seguito si elencano le caratteristiche geometriche dello stesso ovvero le informazioni funzionali alla base dei calcoli progettuali ricavate a seguito delle varie indagini:

- copertura costituita da travi prefabbricate in c.a.v. a doppia pendenza, tra le quali insiste un solaio in lastre piane in laterizio armato, altezza 16 cm, con

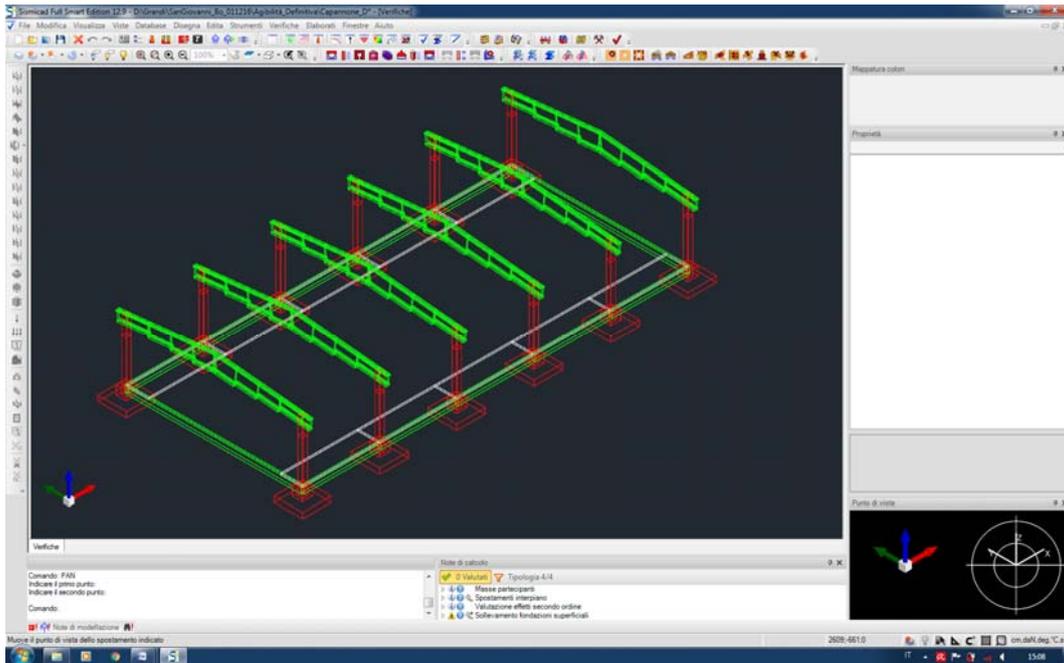
sovrastante manto in fibrocemento ondulato incapsulato con lamiera grecata e strato coibente;

- luce netta 16,00 m;
- interasse travi 7,00 m;
- altezza libera tra pavimento e intradosso trave 5,00 m;
- pilastri prefabbricati a pianta rettangolare, lati 40 cm e 45 cm;
- plinti prefabbricati impostati su sottoplinti realizzati in opera;
- tamponamenti perimetrali in muratura, posata a due teste, altezza 4 m.

L'Edificio D si presenta regolare in pianta ed in elevazione; relativamente alla destinazione d'uso, ricovera la cella frigorifero, gli uffici ed alcuni locali accessori.

Non si evidenziano potenziali fenomeni di interazione tra le varie strutture in quanto l'affiancamento consente il movimento reciproco tra gli elementi strutturali; inoltre le oscillazioni indotte dal sisma, causa la limitata altezza degli edifici stessi, sono di modesta entità.

Nel seguito si riporta l'output grafico delle calcolazioni effettuate nell'ambito della Verifica di Sicurezza dal quale è possibile riscontrare l'idoneità delle travi a doppia pendenza e delle travi porta-muro, a fronte della crisi dei plinti, a causa dell'insufficienza della sezione del bicchiere e dei pilastri, per carenza di resistenza a flessione.



3.3 SOFTWARE STRUTTURALE E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO AL 60%

Utilizzando il software Sismicad 12.9 - Concrete S.r.l. - Padova è stata eseguita l'analisi strutturale dell'edificio esistente in cemento armato, con livello di conoscenza definito, secondo il metodo dell'analisi lineare dinamica utilizzando lo spettro ridotto dal fattore di struttura.

Si riportano in successione, nel seguito, le schermate del software con le impostazioni di verifica adottate

Per il sito in esame la schermata relativa all'azione sismica di progetto è la seguente:

D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Verifiche geotecniche | Vento | Neve

Generali | Tipologia | Analisi | Suolo | Torsione accidentale | Analisi elastica | Spettri | Statica non lineare (pushover)

Tipo di costruzione: 2

Vn: Default (50)

Classe d'uso: II

Località: Bologna, San Giovanni In Persiceto, Ca' Davia
 Latitudine ED50 44.6114° (44° 36' 41")
 Longitudine ED50 11.2154° (11° 12' 55")
 Altitudine s.l.m. 25 m

Zona sismica: Zona 3

Vr: Default (50)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(sec)
SLO	Default (81)	30	0.0494	2.48	0.26
SLD	Default (63)	50	0.0607	2.516	0.27
SLV	Default (10)	475	0.1636	2.477	0.285
SLC	Default (5)	975	0.2153	2.473	0.287

La struttura viene classificata come "esistente" (vedi § 8) essendo presenti elementi strutturali con Livello di conoscenza <> Nuovo.

OK Annulla

Metodo di analisi e norma di verifica: **D.M. 14-01-08 (N.T.C.)**

Tipologia di costruzione: **2**

Vita nominale (anni): **50**

Classe d'uso: **II**

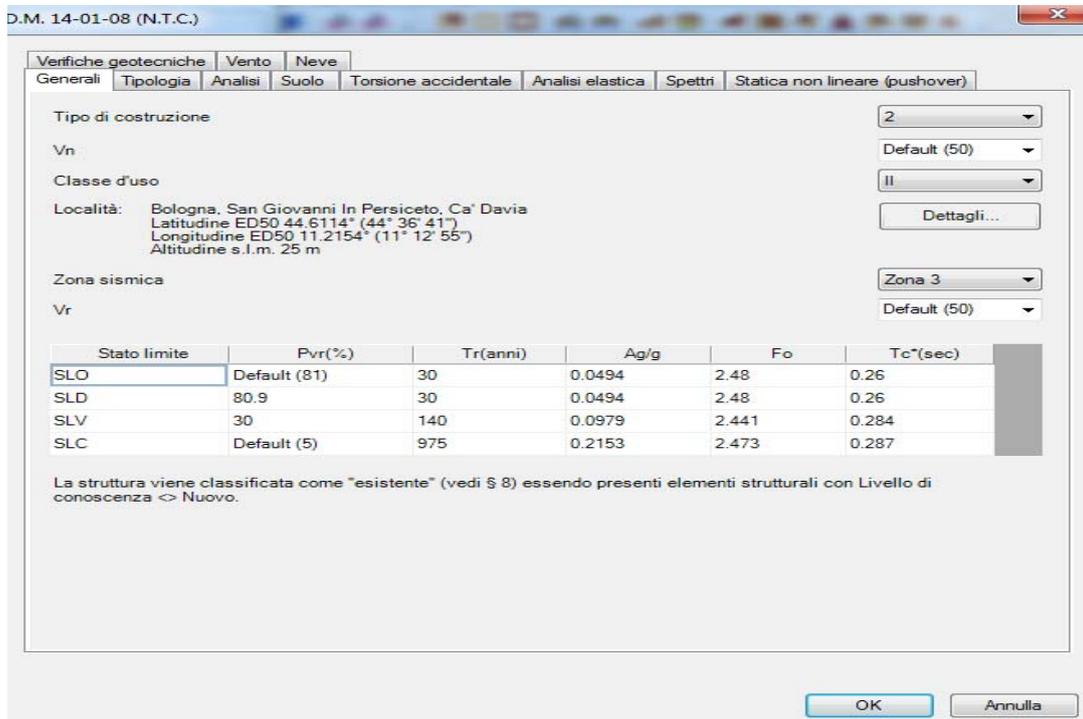
Località: **Bologna, San Giovanni in Persiceto, Cà Davia (Lat. 44.6114°, Long. 11.2154°)**

Zona sismica: **3**

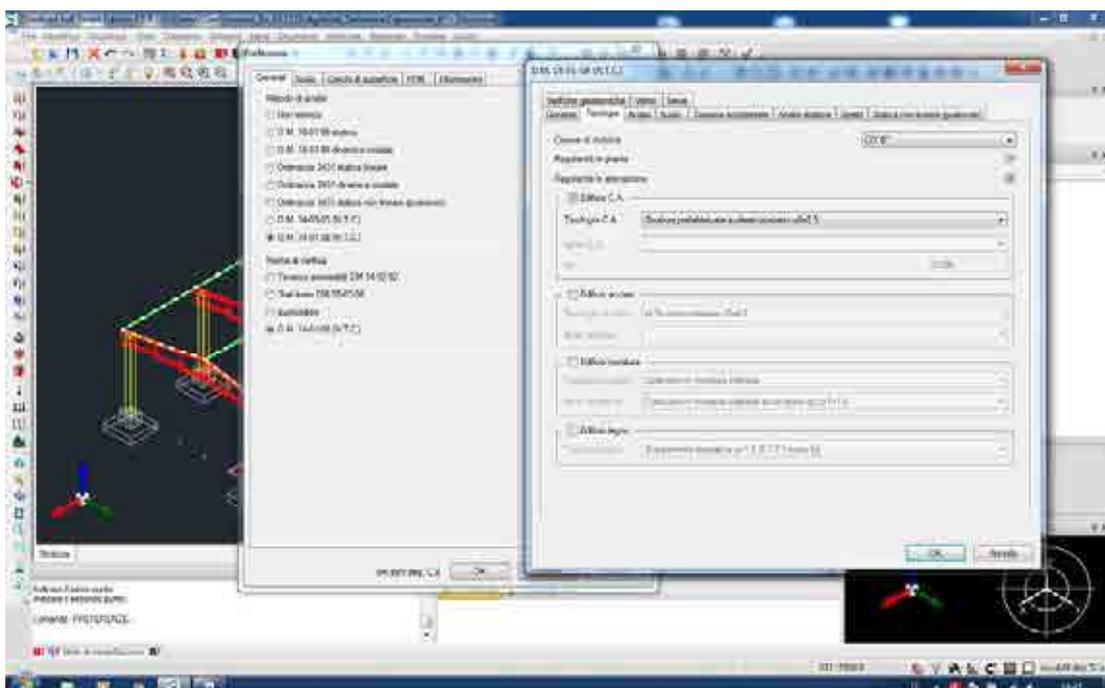
Periodo di riferimento Vr (anni): **50**

I valori di a_g/g per SLD e SLV saranno ridotti di una percentuale pari al 60% rispetto a quelli di progetto. Essendo per il Comune di San Giovanni in Persiceto il valore di aggancio per lo stato limite SLV di a_g/g pari a 0,1636 ovvero per lo stato limite SLD pari a 0,0607, i rispettivi valori di a_g/g relativi al 60% saranno quindi pari a 0,09816 per SLV e 0,0364 per SLD. Al fine di ottenere tali importi è stato necessario modificare il parametro Pvr(%) fino a ricavare un a_g/g corrispondente; poiché la tabella della norma non riporta valori del tempo di ritorno minori di 30 anni, tale valore sarà utilizzato al fine di definire

l'accelerazione ridotta per SLD. Si è ottenuta così la seguente impostazione di verifica:



A seguire le altre impostazioni di taratura del modello, invariate rispetto all'impostazione usata per la precedente Valutazione della Sicurezza.

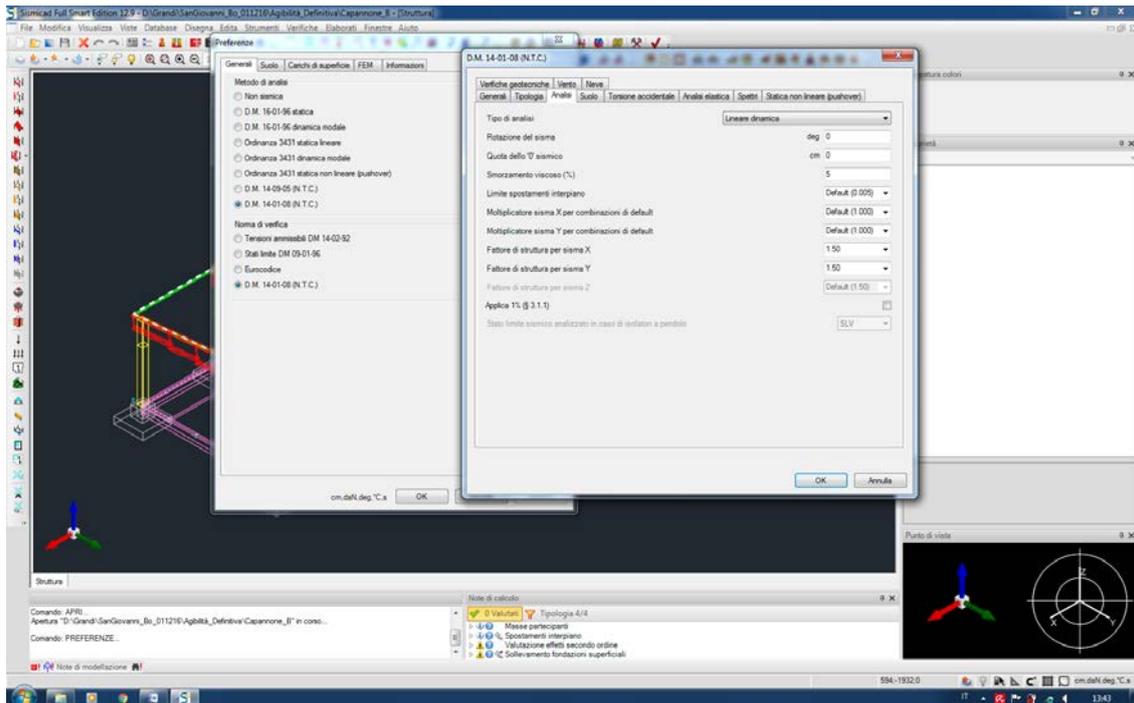


Classe duttilità: **B**

Regolarità in pianta: **SI**

Regolarità in elevazione: **SI**

Tipologia C.A.: **Strutture prefabbricate a pilastri isostatici**



Tipo di analisi: **lineare dinamica**

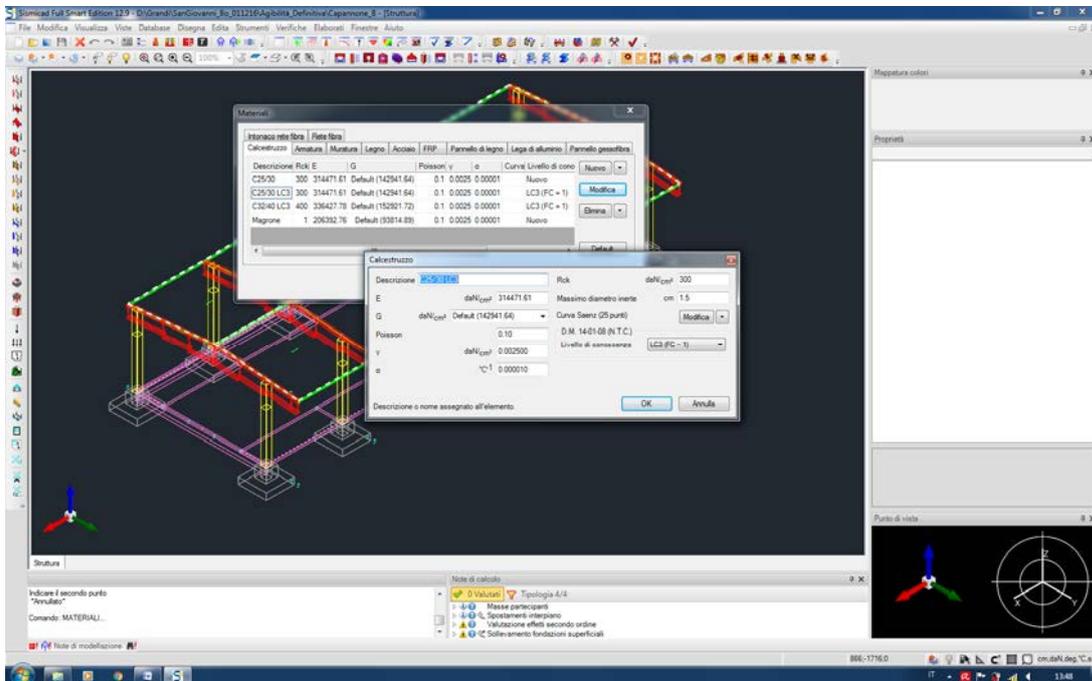
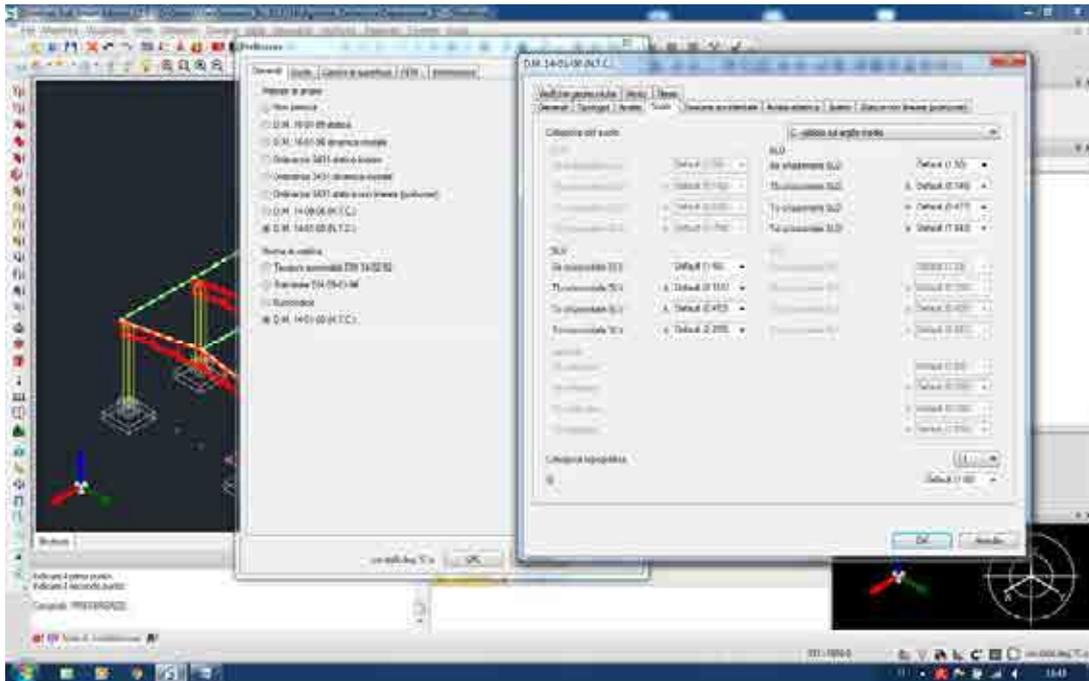
Fattore di struttura per sisma in X: **1,50**

Fattore di struttura per sisma in Y: **1,50**

Categoria del suolo: **C - sabbie ed argille medie**

Categoria topografica: **T1**

Il software consente di tenere in conto dell'invecchiamento dei materiali in opera definendone un livello di conoscenza; infatti impostando le strutture con il materiale invecchiato, esso riconosce l'edificio come esistente. A titolo di esempio si riporta, nella figura seguente, la classificazione di un calcestruzzo C25/C30 con livello di conoscenza LC3.



3.4 COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLE STRUTTURE - METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

Le combinazioni delle azioni sulle strutture quali peso proprio, peso permanente portato, sovraccarico variabile, vento e neve utilizzate nelle elaborazioni sono quelle proposte in automatico dal codice di calcolo utilizzato, secondo la normativa vigente.

Come detto, gli eventi sismici occorsi in data 20 e 29 maggio 2012 non hanno provocato lesioni di alcun genere alle strutture portanti principali, le quali sono rimaste in campo elastico lineare; è stato quindi definito un fattore di struttura per l'edificio esistente non elevato, al fine di non considerare un significativo contributo elastoplastico della struttura, non compatibile con la tipologia di edificio in esame, il quale, assieme alla classificazione dei materiali (calcestruzzo e ferro) con un determinato livello di conoscenza permette di procedere con l'analisi lineare dinamica con lo spettro ridotto dal suddetto fattore di struttura.

Lo schema strutturale adottato comprende tutti gli elementi strutturali principali (sottoplinti, plinti, pilastri, travi a doppia pendenza); le murature sono state considerate quali carichi portati e quindi non valutate, nel modello, come elementi contribuenti all'irrigidimento strutturale ovvero alla sua inerzia. Successivamente è stata indagata l'interazione tra le murature perimetrali e i pilastri, mediante un'analisi non lineare a puntoni, al fine di verificare e proteggere le sezioni dei pilastri, in speciale modo in prossimità delle finestrate a nastro, che possono essere danneggiate dall'azione sismica indotta dalla muratura. Al solito, quindi, il contributo della muratura non è stato tenuto in conto nell'analisi strutturale generale dell'Edificio D ma in fase successiva di controllo di criticità locali, relativamente ai suoi possibili effetti negativi sui pilastri.

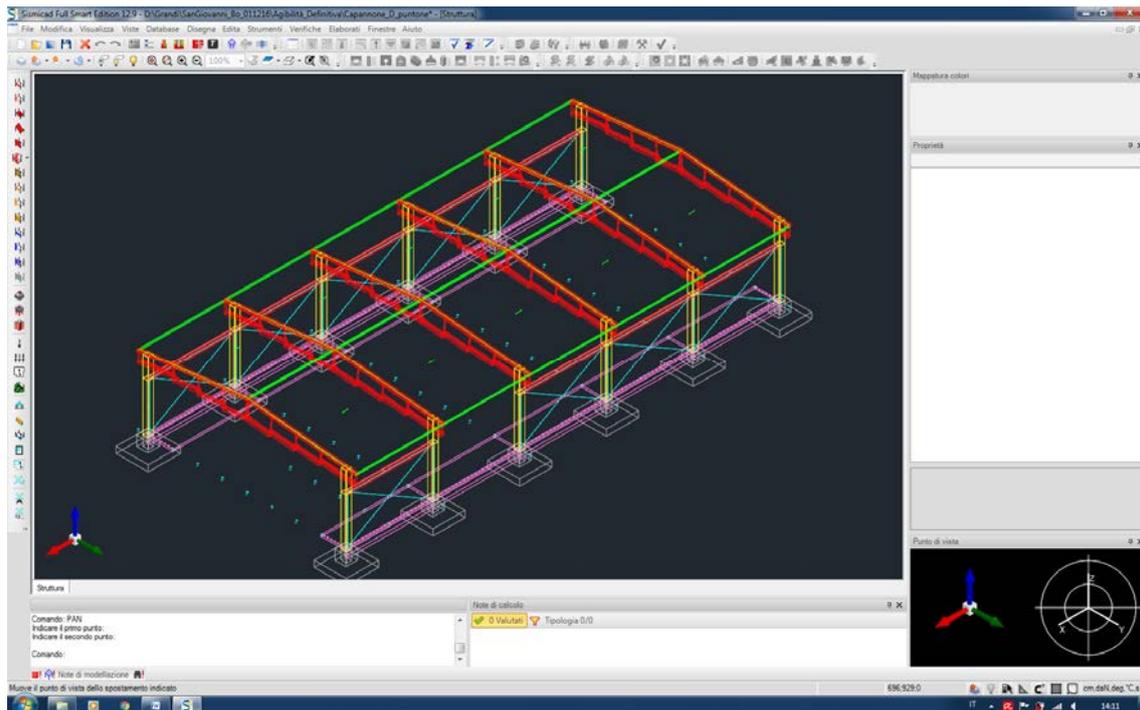
Il modello utilizzato possiede tutti gli elementi strutturali collegati mediante vincoli a cerniera, in grado di trasmettere unicamente le sole azioni assiali e di taglio e non i momenti flettenti e/o torcenti. Naturalmente i soli elementi per i quali è stato considerato un vincolo ad incastro, nella fattispecie al piede, sono i

pilastri.

La copertura è stata schematizzata quale membratura priva di funzione irrigidente sulla sottostante struttura prefabbricata, con peso proprio pari alla somma di quello attinente il telaio metallico assieme ai sovrastanti pannelli grecati coibentati in acciaio zincato preverniciato, corrispondente ad un valore complessivo pari a 15 daNm^{-2} . Rimane naturalmente inalterato il carico variabile (neve), pari a 120 daNm^{-2} .

3.5 VERIFICA EDIFICIO D UTILIZZANDO UNA PERCENTUALE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO PARI AL 60%

La figura sottostante riporta il modello strutturale dell'Edificio D.



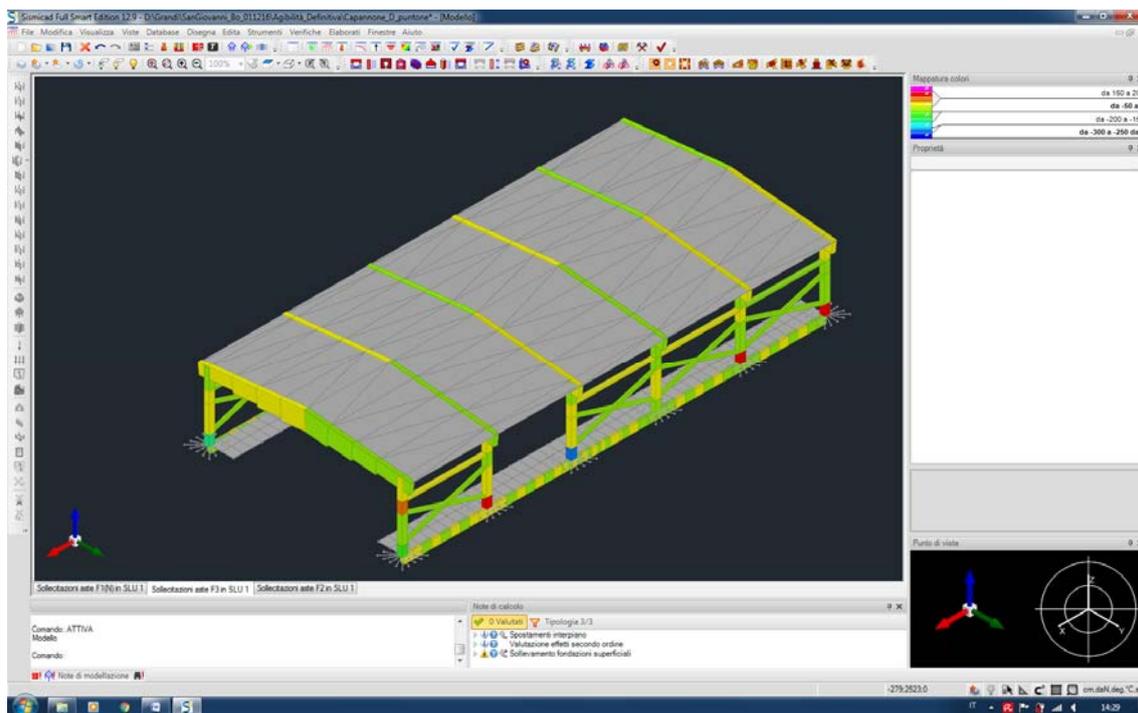
Nel quale si possono individuare le seguenti note rilevanti:

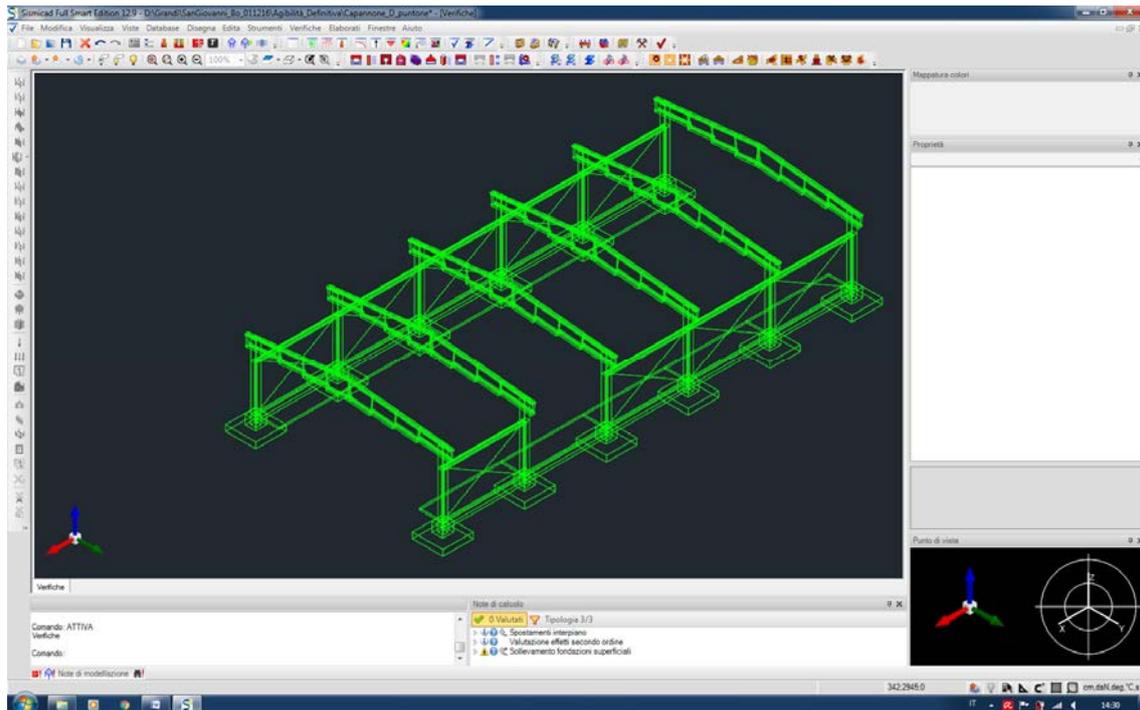
- i pilastri sono schematizzati attraverso due differenti tronchi, al fine di tenere in debito conto dell'interazione muro-pilastro (verifica pilastro tozzo);
- le murature sono inserite tra i pilastri con schema a puntoni (verificabile solo

con analisi non lineare);

- la trave porta muro, che insiste sull'intero perimetro della struttura, è schematizzata come trave appoggiata sul terreno oltre che sulla base dei plinti;
- la pavimentazione industriale è schematizzata come piastra appoggiata sul terreno e incernierata alla trave porta muro (confinamento del pilastro alla base).

La figura successiva mostra il modello strutturale con le sollecitazioni flessionali massime negli elementi strutturali, completo dell'indicazione del comportamento membranale, non irrigidente, della copertura.





Tutta la struttura risulta verificata nel suo complesso (elementi portanti principali) senza evidenziare rotture fragili.

4 INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO PROPOSTI

L'intervento di miglioramento sismico al 60% dell'azione di progetto prevede l'adozione delle seguenti soluzioni:

- sostituzione della copertura esistente mediante la messa in opera di telaio in acciaio con sovrastante manto in pannelli grecati coibentati in acciaio zincato preverniciato, con conseguente significativa riduzione dei carichi permanenti;
- inserimento del sistema di controventamento della copertura in falda al fine di uniformare gli spostamenti e aumentare la duttilità della struttura.

Gli elementi strutturali principali hanno dimostrato la capacità di resistere al 60% dell'azione sismica di progetto.

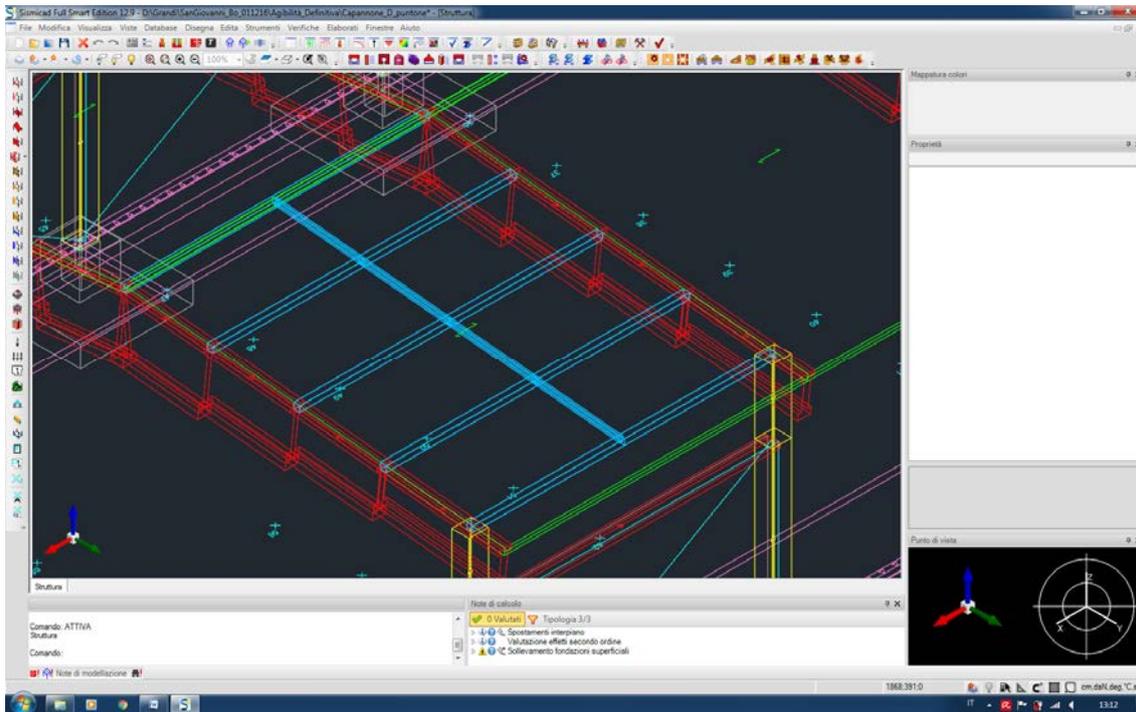
Le verifiche strutturali al 100% dell'azione sismica di progetto forniscono le sollecitazioni nodali da soddisfarsi al fine di evitare rotture fragili locali; in merito alla fattispecie le verifiche locali consistono in:

- verifica forcella nodo pilastro - trave;
- verifica sezione pilastro - muro in corrispondenza finestratura a nastro;
- verifica ribaltamento fuori piano tamponamenti in muratura.

4.1 SOSTITUZIONE COPERTURA ESISTENTE

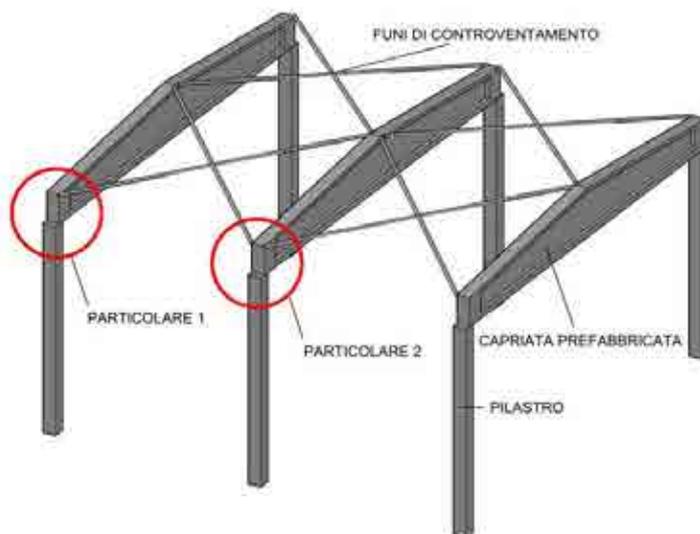
La seguente figura mostra lo schema strutturale principale del telaio metallico a sostegno della nuova tipologia di copertura. Negli elaborati grafici allegati sono indicati i dettagli costruttivi che prevedono, per ogni falda, l'assemblaggio dei telai metallici a terra, il loro sollevamento in quota, l'appoggio sulle travi prefabbricate e la successiva solidarizzazione alle stesse mediante tassellatura. Tutti gli elementi progettuali previsti quali profili metallici, fori, bullonature, tassellature ed altro sono indicati negli elaborati grafici denominati rispettivamente All.01 - INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO D e All.02 -

INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO A - EDIFICIO B.



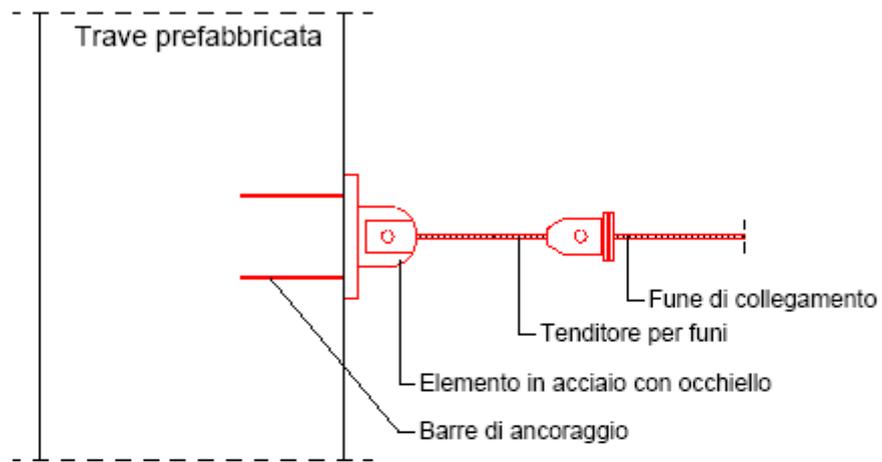
4.2 CONTROVENTI COPERTURA IN FALDA

Viene prevista la messa in opera di controventi in falda mediante funi (trefoli) di acciaio ad alta resistenza, diametro $\varnothing 10$ mm, collegati agli elementi strutturali prefabbricati mediante nodi tassellati, secondo lo schema tipico di cui alla seguente figura. Si riporta altresì un estratto degli elaborati progettuali circa la componentistica necessaria.

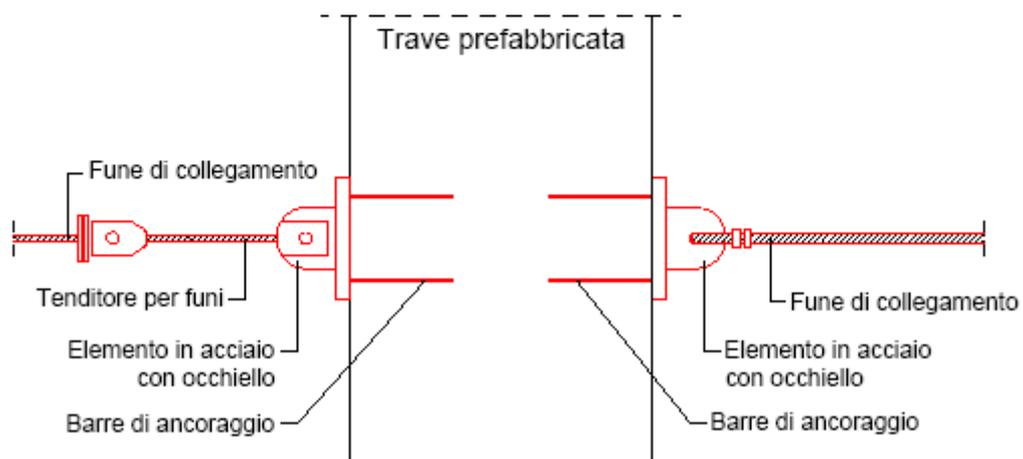


FUNI DI COLLEGAMENTO

PARTICOLARE 1



PARTICOLARE 2



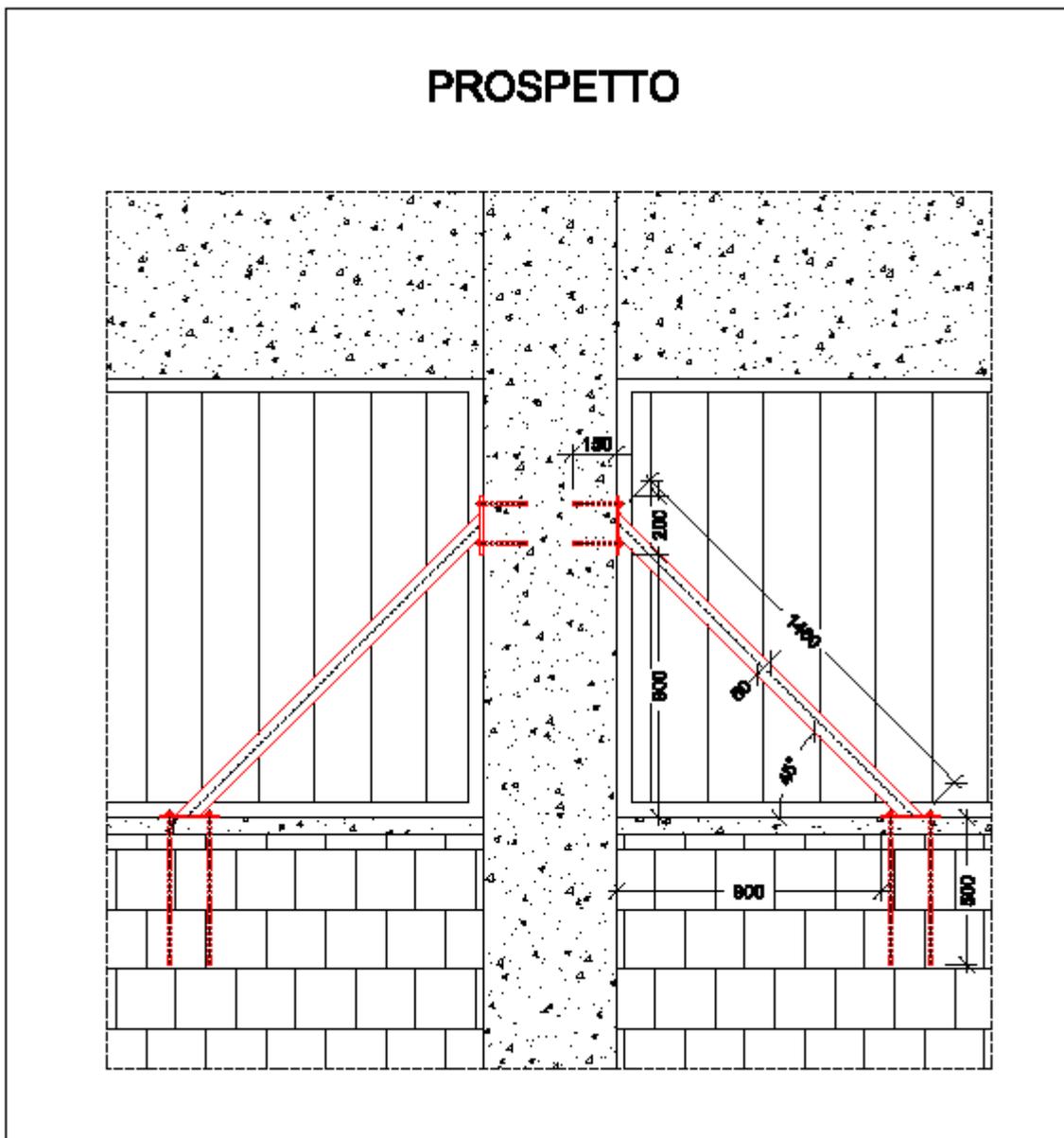
4.3 INTERVENTO RETROFIT FORCELLA PILASTRO - TRAVE

Tale tipologia di connessione viene realizzata con lo scopo di trasformare uno schema di vincolo ad appoggio semplice in uno schema di vincolo tipo cerniera, nel quale sono libere tutte le rotazioni e vincolate le traslazioni in ogni direzione. Da notare che l'intervento proposto si integra perfettamente con la lavorazione già eseguita sulle testate di ciascuna trave, al fine di ottemperare alla rimozione delle carenze strutturali di cui alla messa in sicurezza provvisoria.

Il vincolo impedisce il ribaltamento della trave prefabbricata e, assieme all'abbinamento con due tiranti realizzati tramite profili piatti, solidarizza ulteriormente la trave al pilastro impedendone la perdita dell'appoggio. Tale intervento sostituisce la messa in opera di una catena a collegamento delle testate dei due pilastri che sorreggono ciascuna trave, considerato assai invasivo per il contesto lavorativo.

Il collegamento proposto è realizzato tramite la posa di n.1 profilo metallico UPN160, per ciascun lato del pilastro, avente lunghezza pari a 80 cm, vincolato allo stesso e alla trave prefabbricata tramite barre filettate. Il tirante è realizzato utilizzando un profilo metallico piatto avente lunghezza pari a 85 cm e spessore 1 cm, come rappresentato nell'estratto di cui alla seguente figura.

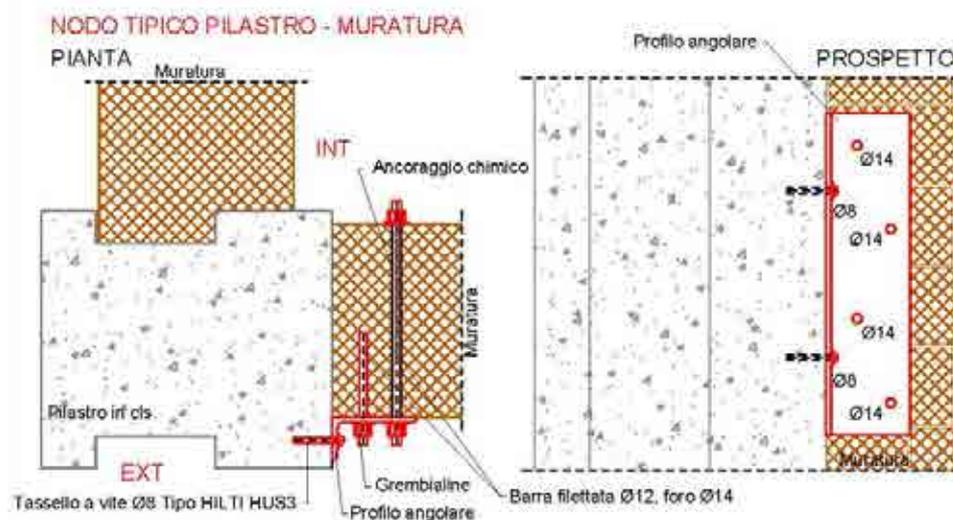
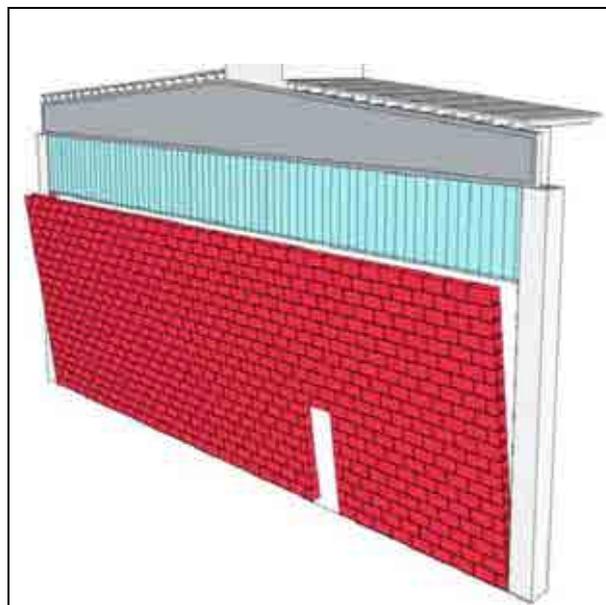
puntone, in caso di sisma, della muratura. Al fine di porre rimedio a tale criticità consistente in una rottura di tipo fragile (taglio) in un elemento già di per sé assai delicato (pilastro), questi saranno protetti mediante la messa in opera di un profilo metallico rettangolare, lati 85*60 mm, spessore 6 mm, posato a 45° e saldato, sia sul lato pilastro che sul lato muratura, ad una piastra rettangolare, lati 150*200 mm, spessore 10 mm, la quale sarà fissata al pilastro mediante tasselli o viti per calcestruzzo, lunghezza 150 mm e alla muratura tramite tasselli chimici, lunghezza 500 mm.



4.5 RIBALTAMENTO FUORI PIANO DEI TAMPONAMENTI IN MURATURA

Gli interventi edilizi eseguiti al fine di permettere l'eliminazione delle carenze strutturali, propedeutici all'emissione del Certificato di Agibilità Sismica Provvisorio, sono sufficienti a prevenire il ribaltamento degli elementi murari.

Le seguenti figure mostrano, la prima, il meccanismo di collasso impedito e la seconda la tipologia di collegamento (COLLEGAMENTO PILASTRO - MURATURA (TIPO 4) messo in opera in precedenza.



5 STIMA DEI COSTI

Nel seguito della presente vengono stimati i costi relativi agli interventi strutturali proposti. Nello specifico:

RIMOZIONE SOLAIO DI COPERTURA

- smontaggio e rimozione solaio di copertura costituito da lastre piane in laterizio armato, posizionate in senso ortogonale alle travi principali, compresi gli oneri per il calo in basso con autogru, la demolizione ed il successivo trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

IMPORTO: 27.300 €

RIMOZIONE MANTO DI COPERTURA IN AMIANTO-CEMENTO E RIFACIMENTO DELLO STESSO

- Rimozione di copertura in amianto-cemento, eseguita in conformità alle vigenti normative in materia, tramite la seguente procedura: trattamento preliminare su entrambe le superfici delle lastre con soluzioni incapsulanti di tipo D (in conformità DM 20 agosto 1999) utilizzando tecniche airless per fissaggio provvisorio delle fibre di amianto, smontaggio delle lastre in amianto-cemento utilizzando appropriate tecniche che impediscano la rottura o la fessurazione degli elementi, imballo in quota, ove possibile, delle lastre rimosse in pacchi costituiti da doppio strato di polietilene, etichettati secondo le norme che regolano il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti contenenti amianto, calo in basso con adeguati mezzi di sollevamento, carico e trasporto a discarica autorizzata per lo smaltimento.
- Rimozione di materiale coibente in copertura (lana roccia), comprensivo di oneri relativi all'analisi del materiale ovvero di smaltimento in discarica autorizzata.
- Rimozione di canali di gronda, scossaline e discese pluviali, compreso il trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

- Fornitura e posa in opera di pannelli grecati coibentati in acciaio zincato preverniciato, compresi tutti gli oneri necessari per il montaggio, i materiali di fissaggio ovvero i pezzi speciali quali colmi, raccordi in gronda, testate.
- Fornitura e posa in opera di canali di gronda, scossaline e discese pluviali in acciaio zincato preverniciato compreso staffe, materiale di fissaggio e sigillatura, ogni onere e accessorio a dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

IMPORTO: 102.700 €

FORNITURA E POSA IN OPERA DI TELAIO METALLICO IN COPERTURA

- Fornitura e posa in opera di telaio metallico a sostegno nuova copertura, compreso il montaggio a terra, il tiro in quota, il fissaggio alla struttura principale in calcestruzzo, pezzi speciali, controventi, ogni onere e accessorio a dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

IMPORTO: 67.600 €

INTERVENTO RETROFIT FORCELLA PILASTRO - TRAVE

- Fornitura e posa in opera di collegamento pilastro - trave, eseguito secondo gli schemi progettuali, ogni onere e accessorio a dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

IMPORTO: 18.000 €

INTERVENTO RETROFIT SEZIONE PILASTRO - MURATURA IN CORRISPONDENZA FINESTRATURE A NASTRO

- Fornitura e posa in opera di collegamento pilastro - muratura, eseguito secondo gli schemi progettuali, ogni onere e accessorio a dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

IMPORTO: 4.600 €

IMPORTO TOTALE LAVORI: 220.200 €

ONERI DELLA SICUREZZA

- Viene considerata una percentuale pari al 5% dell'importo dei lavori, compatibile per opere similari. Tale importo sarà naturalmente modulato a seguito di successivo computo metrico analitico, dipendente dalle modalità di approccio all'intervento, dai tempi e dalle zone lavorative a disposizione ovvero da molteplici fattori inerenti il processo produttivo in atto, da valutarsi di concerto con la dirigenza aziendale.

IMPORTO ONERI DELLA SICUREZZA: 11.000 €

IMPORTO TOTALE LAVORI + ONERI DELLA SICUREZZA: 231.200 €

6 NOTA IMPORTANTE

Qualora venga adottata una soluzione progettuale differente, che non preveda la rimozione delle lastre piane in laterizio armato esistenti, preme sottolineare che l'eliminazione della copertura in cemento-amianto, assieme alla realizzazione di un nuovo manto di protezione dagli agenti atmosferici, sarebbe in ogni caso da effettuarsi, al fine di poter posizionare il COLLEGAMENTO TRAVE - TEGOLO (TIPO 2R), la cui messa in opera fu impedita, durante i lavori di eliminazione delle carenze strutturali, proprio dal ritrovamento dei suddetti manufatti.

La differente soluzione progettuale, già valutata e non ritenuta adatta al contesto in esame, dovrà prevedere interventi di rinforzo alla base dei pilastri e alla pavimentazione, operazione sicuramente assai onerosa, oltre che esteticamente di non semplice risoluzione, a causa della presenza di linee impiantistiche in fregio di quasi tutti gli elementi verticali ma soprattutto delle murature in laterizio, le quali dovranno essere ripristinate, con i relativi sistemi anti ribaltamento, ad intervento concluso.

RINGRAZIAMENTI

I tecnici che hanno partecipato allo svolgimento delle attività ringraziano la ditta GUIDETTI PREFABBRICATI, con sede a Mirabello (FE), nelle persone dei Titolari per la cortese disponibilità nel fornire la documentazione progettuale relativa agli Edifici B e D, da loro realizzati rispettivamente negli anni 1982 e 1986.

BIBLIOGRAFIA

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. *Valutazione della vulnerabilità e interventi per le costruzioni ad uso produttivo in zona sismica. Giugno 2012*

Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento di Protezione Civile. Gruppo di Lavoro Agibilità Sismica dei Capannoni Industriali. *Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici. Giugno 2012*

Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento di Protezione Civile. *Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES). Giugno 2009*

Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento di Protezione Civile. *Scheda di valutazione di danno e agibilità post-sisma per edifici a struttura prefabbricata o di grande luce (GL-AeDES). Gennaio 2014*

Concrete Srl - Sismicad 12.9. *Manuale d'uso*

Davide Bellotti - Area Analisi Strutturale - EUCENTRE Pavia. *Principi di modellazione delle strutture prefabbricate*

Paolo Riva - Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate - Università degli Studi di Bergamo. *Vulnerabilità sismica e progettazione di interventi di adeguamento/miglioramento per edifici industriali prefabbricati esistenti*

Andrea Belleri - Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate - Università degli Studi di Bergamo. *Il comportamento dei pannelli perimetrali. Ruolo del carroponte. Valutazione della vulnerabilità di un edificio esistente e interventi di miglioramento*

Andrea Prota - Dipartimento di Strutture per l'ingegneria e l'architettura - Università Federico II di Napoli. *Interventi su strutture esistenti: strategie, criteri di scelta e soluzioni per interventi di riduzione del rischio sismico.*

San Giovanni in Persiceto (BO), lì 25.05.2017

Il progettista

ing. Antonio Grandi



ALLEGATI

All.01 - INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO D

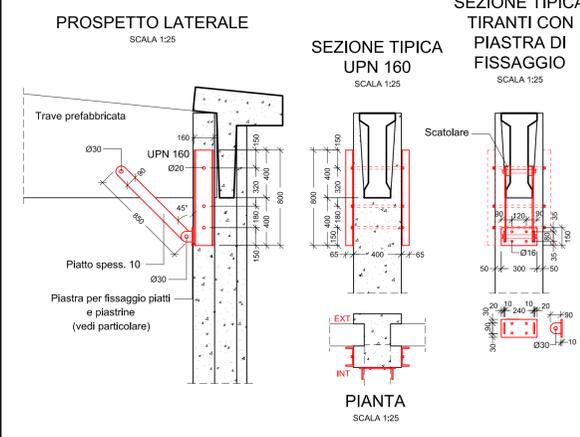
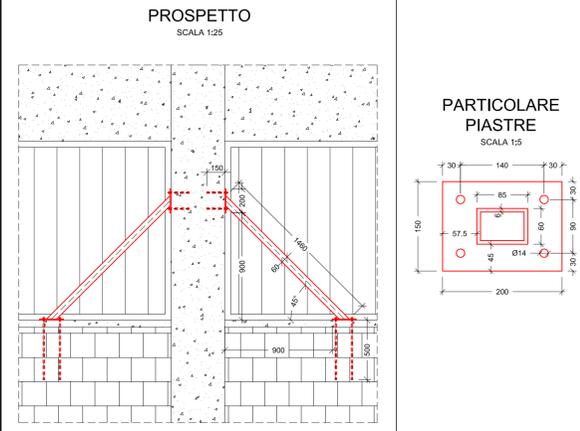
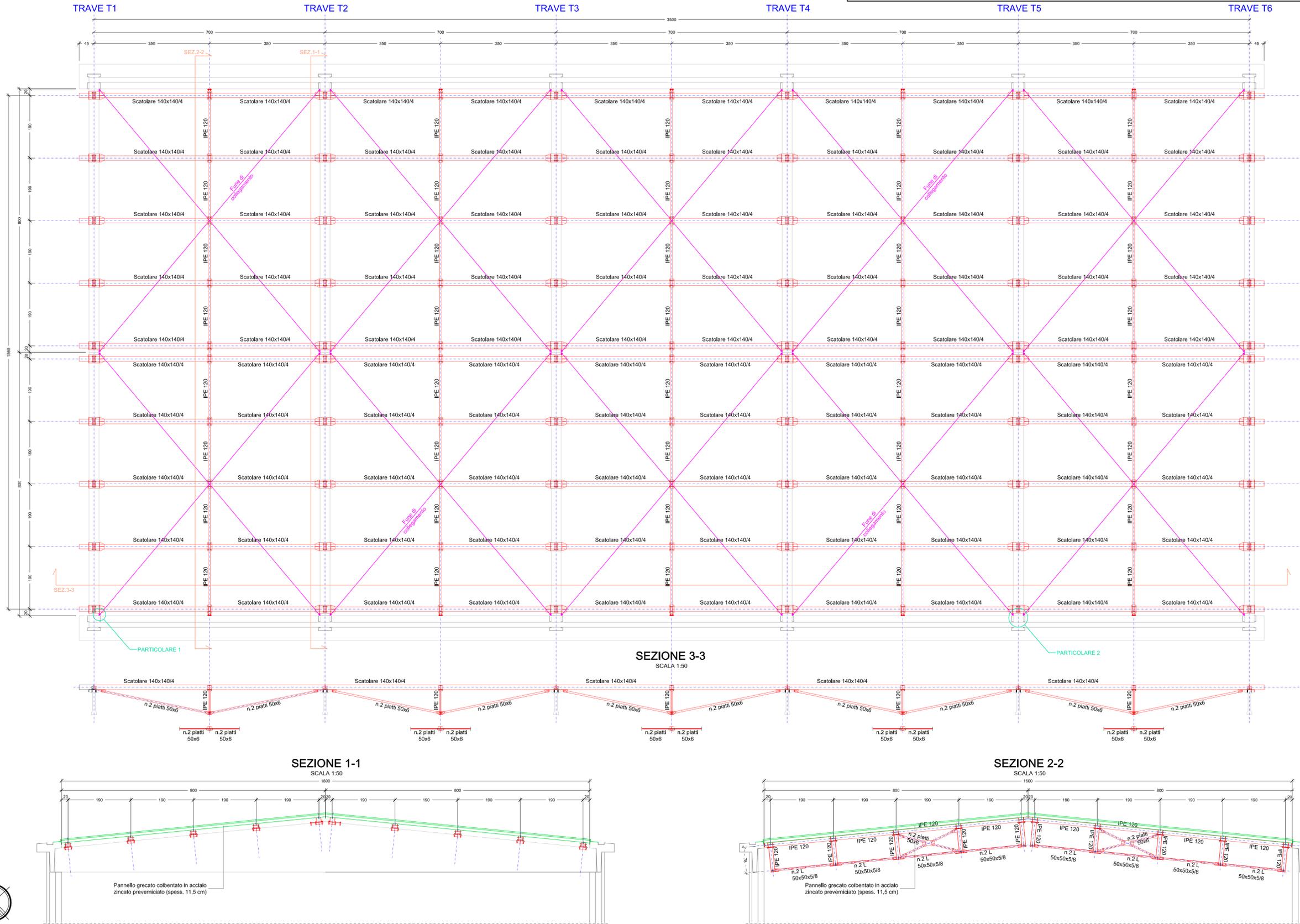
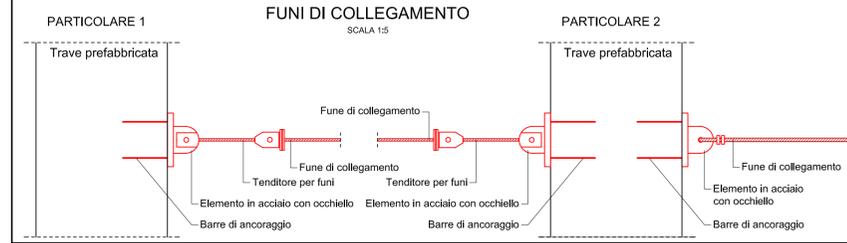
All.02 - INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO A - EDIFICIO B

PROPRIETA' MATERIALI

- Acciaio per carpenteria metallica S275 JR zincato a caldo
- Profili pressopiegati in acciaio S235 JR zincato a caldo
- Tassello a vite tipo HILTI HUS 3
- Dado esagonale "alto" in acciaio zincato a caldo, UNI 5587, classe 8.8
- Rondella piana in acciaio zincato a caldo, DIN 125A
- Adesivo tipo Mapei ADESILEX PG4
- Saldature a cordoni d'angolo

PIANTA CARPENTERIA METALLICA
RIFACIMENTO COPERTURA EDIFICIO D

SCALA 1:50



REGIONE EMILIA ROMAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA
COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

OPERE STRUTTURALI FINALIZZATE ALL'EMISSIONE DEL CERTIFICATO DI AGIBILITA' SISMICA DEFINITIVO, AI SENSI DEL D.L. 74/2012 ART.3 COMMA 10 CONVERTITO, CON MODIFICAZIONI, IN LEGGE N.122/2012, PRESSO L'ATTIVITA' PRODUTTIVA DENOMINATA "LA CUCINA DI BOLOGNA"

studio di ingegneria
lavezzi e grandi

Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39 0382 809100 - Fax +39 0382 809874
P.IVA 0154450180
amministrazione@studiolavezzigrandi.it
www.studiolavezzigrandi.it

01 INTERVENTI IN PROGETTO EDIFICIO D

Rev.	Data	Emisione	Note	Redatto	Controllato	Approvato
0	25.05.2017			R.D.	A.G.	A.G.
1						

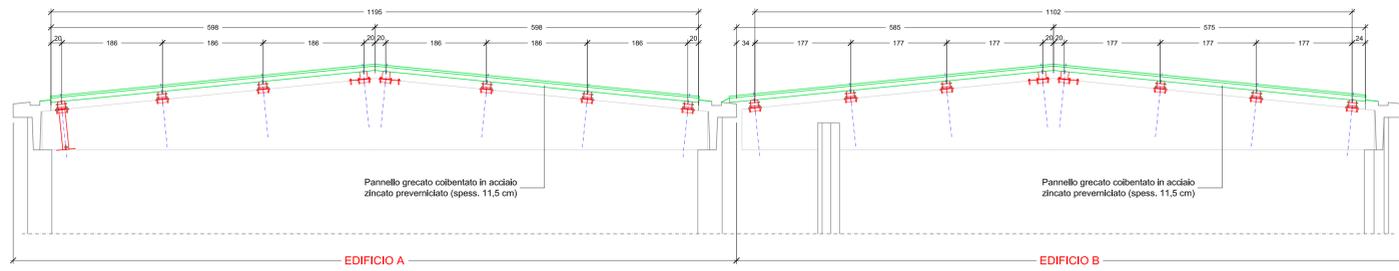
Commessa: 04GEAB17 Fase: AGIBILITA' SISMICA DEFINITIVA
Località: Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO) Scala: 1:5 - 25 - 50

Committente: **LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.**
Sede: Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO) tel/fax: 051 6871448/051 6871216

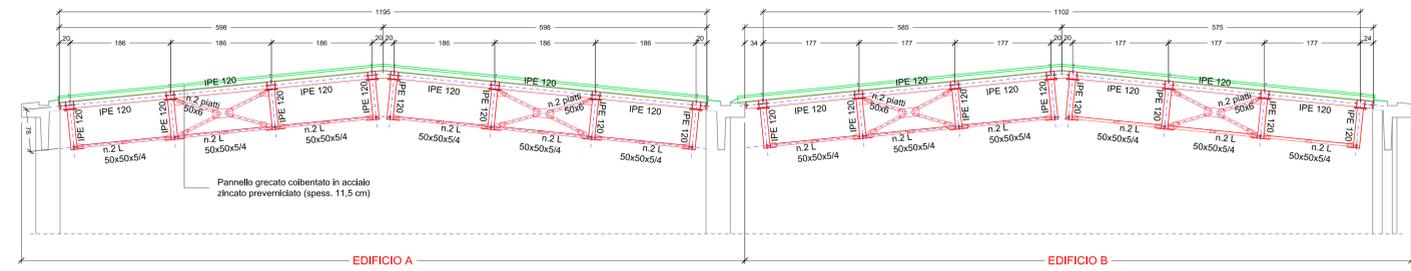
studio di ingegneria **lavezzi e grandi**
Lavezzi e Grandi
Via Monte Nero 10/C
27020 Tromello (PV)
C.F./P.IVA 0154450180

PROGETTISTA RESPONSABILE: Ing. Antonio Grandi
AMMINISTRATORE: dott. Antonio Scapuzzi

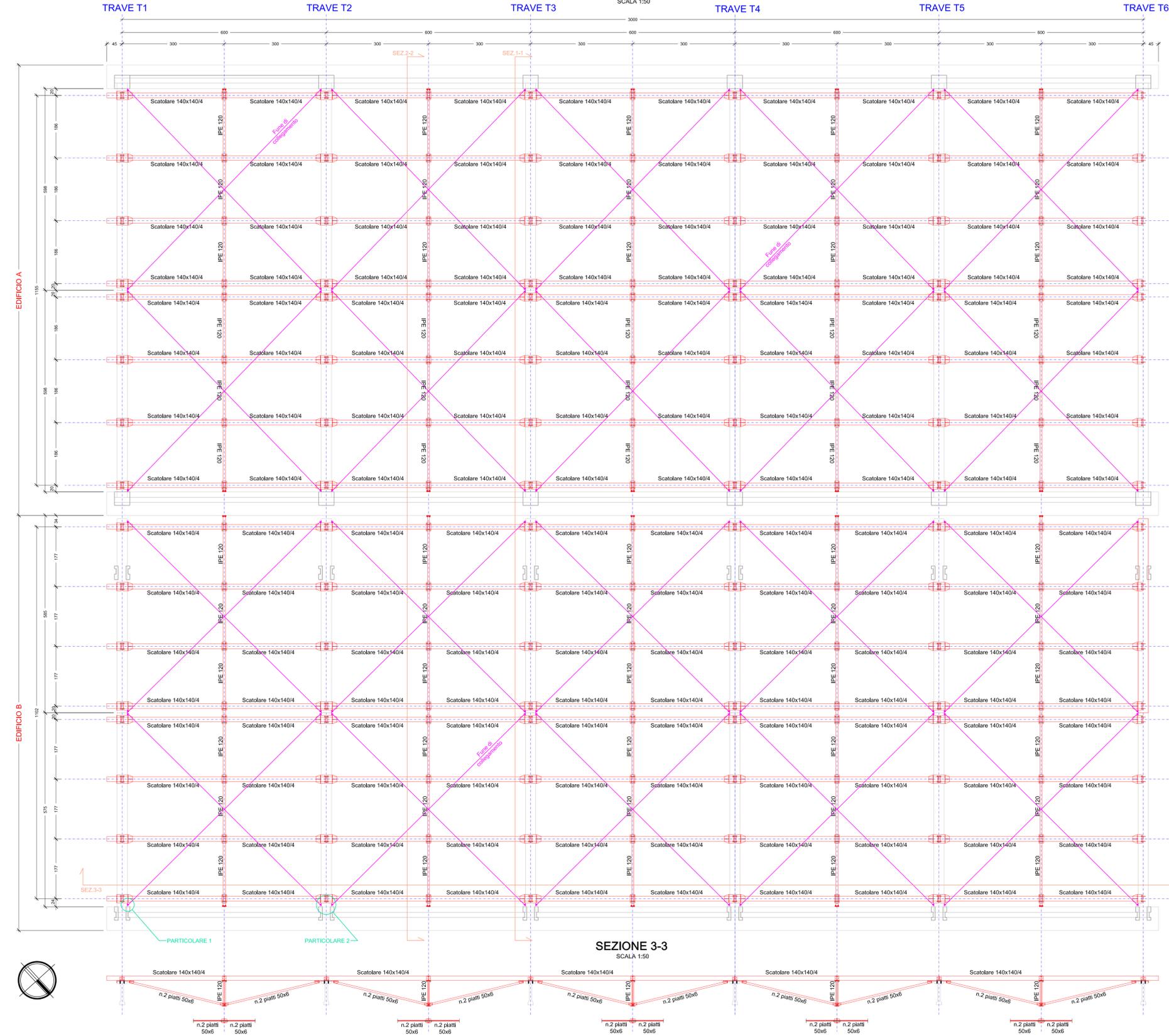
SEZIONE 1-1
SCALA 1:50



SEZIONE 2-2
SCALA 1:50



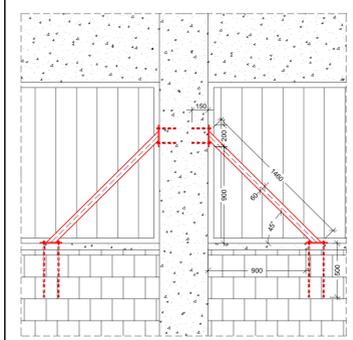
PIANTA CARPENTERIA METALLICA
RIFACIMENTO COPERTURA EDIFICIO A - EDIFICIO B
SCALA 1:50



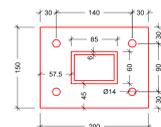
PROPRIETA' MATERIALI

- Acciaio per carpenteria metallica S275 JR zincato a caldo
- Profili pressopiegati in acciaio S235 JR zincato a caldo
- Tassello a vite tipo HILTI HUS 3
- Dado esagonale "alto" in acciaio zincato a caldo, UNI 5587, classe 8.8
- Rondella piana in acciaio zincato a caldo, DIN 125A
- Adesivo tipo Mapei ADESILEX PG4
- Saldature a cordoni d'angolo

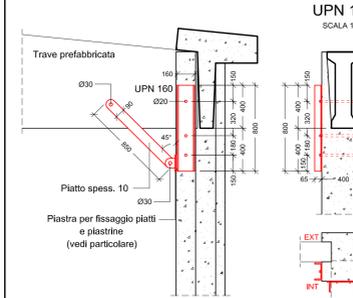
PROSPETTO
SCALA 1:25



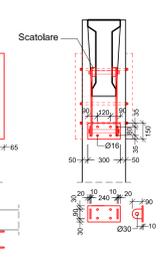
PARTICOLARE
PIASTRE
SCALA 1:5



PROSPETTO LATERALE
SCALA 1:25

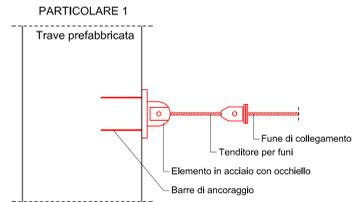


SEZIONE TIPICA
TIRANTI CON
PIASTRA DI
FISSAGGIO
SCALA 1:25

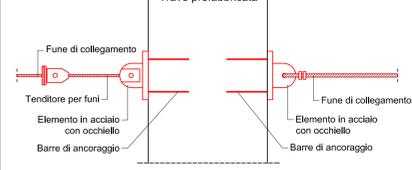


PIANTA
SCALA 1:25

FUNI DI COLLEGAMENTO
SCALA 1:5



PARTICOLARE 2
Trave prefabbricata



REGIONE EMILIA ROMAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA
COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

OPERE STRUTTURALI FINALIZZATE ALL'EMISSIONE DEL CERTIFICATO DI AGIBILITA' SISMICA DEFINITIVA, AI SENSI DEL D.L. 74/2012 ART.3 COMMA 10 CONVERTITO, CON MODIFICAZIONI, IN LEGGE N.122/2012, PRESSO L'ATTIVITA' PRODUTTIVA DENOMINATA "LA CUCINA DI BOLOGNA"

studio di ingegneria
lavezzi e grandi

Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39 0382 809100 - Fax +39 0382 809674
P.IVA 01544450180
amministrazione@studioingegneri.it
www.studioingegneri.it

02 INTERVENTI IN PROGETTO
EDIFICIO A - EDIFICIO B

Rev.	Data	Emissione	Note	Redatto	Controllato	Approvato
0	25.05.2017			R.D.	A.G.	A.G.
1						

Committente
LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.

Sede Via Davia 18 - 40017 San Giovanni in Persiceto (BO) Tel/fax 051.6871448/051.6871216

studio di ingegneria **lavezzi e grandi**

studio di ingegneria **lavezzi e grandi**
Via Monte Nero 10/C
27020 Tromello (PV)
C.F./P.IVA 01544450180

LA CUCINA DI BOLOGNA S.R.L.
AMMINISTRATORE: dott. Antonio Scapuzzi

ALLEGATO 1: SCHEMA FONDAZIONI

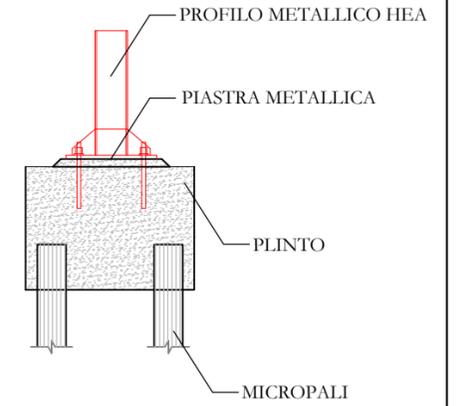
Scala 1:200

PIANTA PIANO TERRA



PROFILI METALLICI HEA SU
PIASTRA ANCORATI A PLINTI IN C.A.

PARTICOLARE TIPICO PLINTO



PROGETTO GENERALE
**studio di ingegneria
lavezzi e grandi**
Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39.0382.809100 - Fax +39.0382.809874
P.IVA 01544450180
amministrazione@studiolavezzigrandi.it www.studiolavezzigrandi.it

**Studio di Ingegneria
Lavezzi e Grandi**
Via Monte Nero 10/C
27020 Tromello (PV)
C.F./P.IVA 01544450180

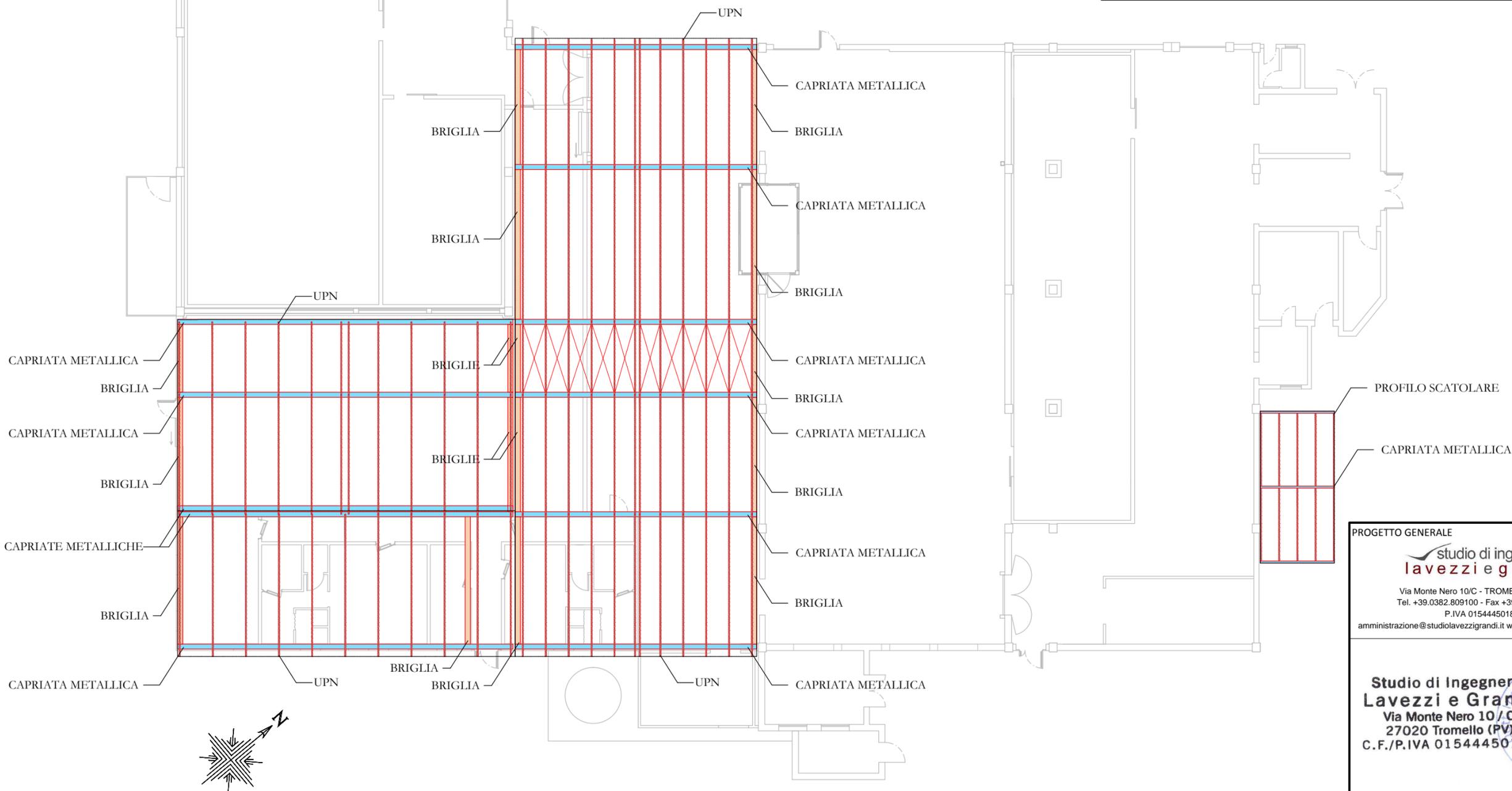
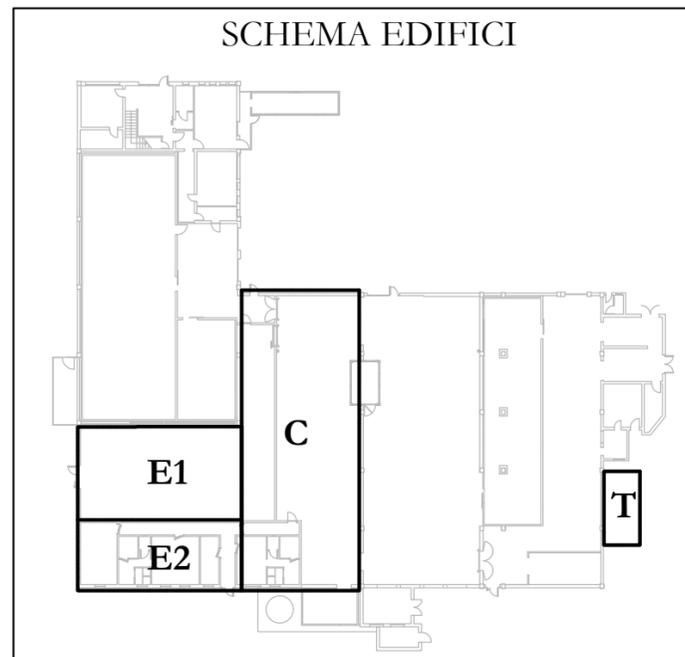


PROGETTISTA RESPONSABILE: ing. Antonio Grandi

ALLEGATO 2: SCHEMA COPERTURE

Scala 1:200

PIANTA PIANO TERRA



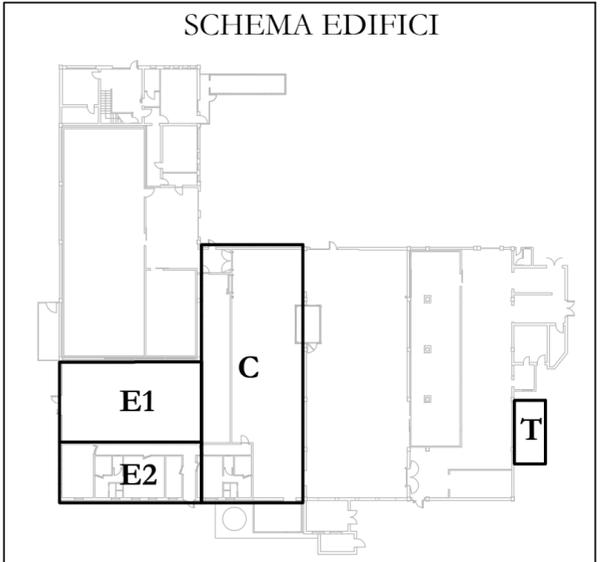
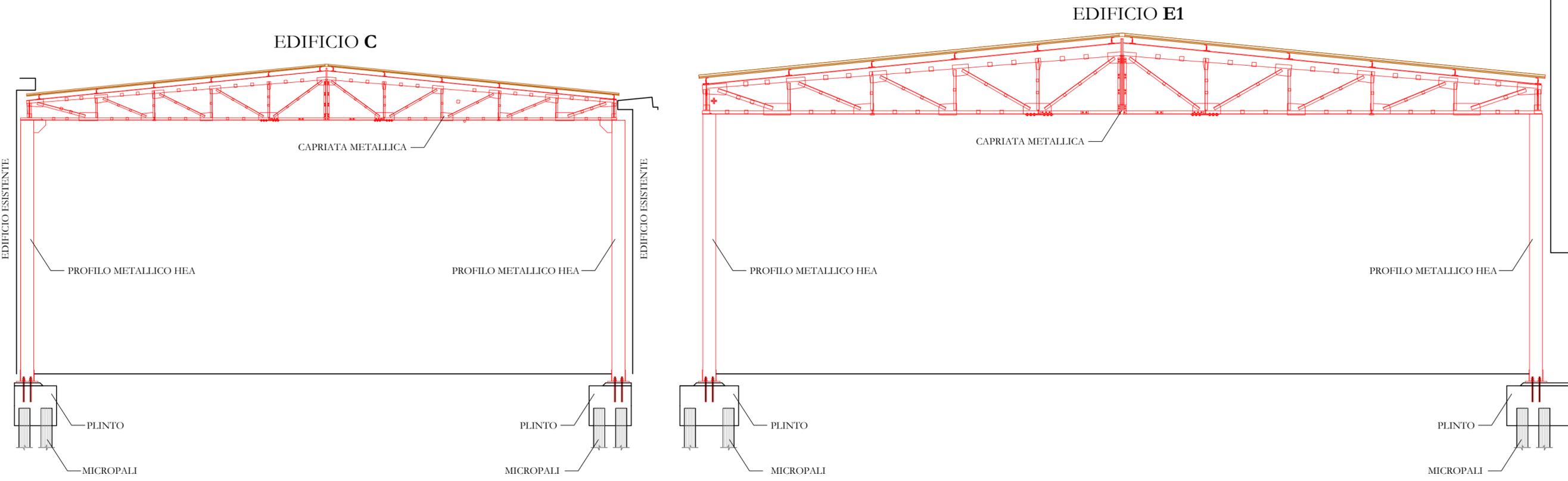
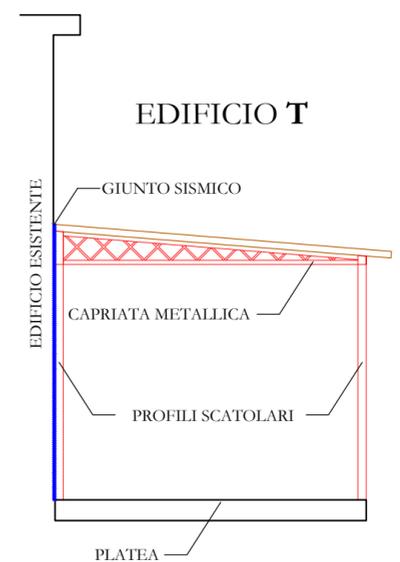
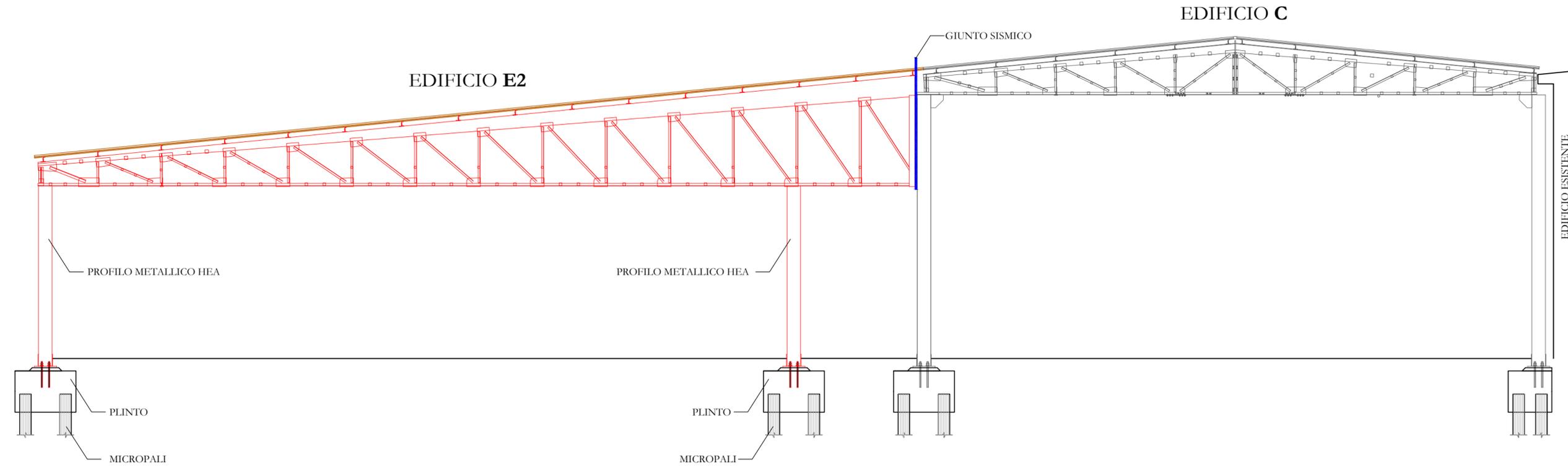
PROGETTO GENERALE
**studio di ingegneria
lavezzi e grandi**
Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39.0382.809100 - Fax +39.0382.809874
P.IVA 01544450180
amministrazione@studiolavezzigrandi.it www.studiolavezzigrandi.it

**Studio di Ingegneria
Lavezzi e Grandi**
Via Monte Nero 10/C
27020 Tromello (PV)
C.F./P.IVA 01544450180



PROGETTISTA RESPONSABILE: ing. Antonio Grandi

ALLEGATO 3: SEZIONI TIPICHE EDIFICI



PROGETTO GENERALE

studio di ingegneria
lavezzi e grandi

Via Monte Nero 10/C - TROMELLO (PV) - IT
Tel. +39.0382.809100 - Fax +39.0382.809874
P.IVA 01544450180
amministrazione@studiolavezzigrandi.it www.studiolavezzigrandi.it

**Studio di Ingegneria
Lavezzi e Grandi**
Via Monte Nero 10/C
27020 Tromello (PV)
C.F./P.IVA 01544450180

PROGETTISTA RESPONSABILE: ing. Antonio Grandi