Committente:

PARMA CALCIO 1913 srl

Borgo 20 Marzo, 4 – 4312 Parma (PR)

REALIZZAZIONE DI NUOVO CAMPO SPORTIVO PRESSO IL CENTRO SPORTIVO "IL NOCE", VIA A.SORDI – NOCETO (PR)

Documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire (ai sensi D.G.R.E.R. 1373/2011)

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Data: 22 Giugno 2026

Revisione: 1.00

Codice commessa interno: ------

GIOVANNI NESTI
ingegnere

Il Tecnico

Dott. Ing. GIOVANNI NESTI
Iscritto all'albo degli Ingegneri di Parma al N. 1944
PARMA

Sommario

PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 3
DESCRIZIONE CONTESTO EDILIZIO 3
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DEL PROGETTO GENERALE 4
DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA 5
NORMATIVA TECNICA 9
1. ESTREMI DEL COMMITTENTE 9
2. ESTREMI DEI PROGETTISTI 9
3. INDIVIDUAZIONE DEL SITO 10
4. INDICAZIONE DI EVENTUALI DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI 10
5. INDICAZIONE DELLE DESTINAZIONI D'USO PREVISTE PER LA COSTRUZIONE ED ANALISI DEI CARICHI .. 10
6. INDICAZIONE DELLA VITA NOMINALE E DELLA CLASSE D'USO 14
7. TIPO DI INTERVENTO 14
8. INDAGINI GEOGNOSTICHE E SINTESI SUI RISULTATI CON PRIME ANALISI FINALIZZATE AL PROGETTO DELLE FONDAZIONI 14
9. PARAMETRI AZIONE SISMICA 15
10. ANALISI DELLE ITERAZIONI TRA COMPONENTI ARCHITETTONICI ED IMPIANTISTICI 19
11. MATERIALI UTILIZZATI 19
STRUTTURE DI FONDAZIONE 19
STRUTTURE IN ELEVAZIONE 20

PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione riguarda la progettazione strutturale degli elementi componenti la realizzazione di un nuovo campo sportivo calcistico presso il Centro Sportivo "IL NOCE" in Via A.Sordi, 43015 Noceto (PR).

Il nuovo campo andrà ad ampliare l'insediamento oggi occupato dal Centro Sportivo, che verrà dato in concessione dal Comune di Noceto alla società Parma Calcio 1913 SRL, di fatto committente dell'intervento in oggetto.

DESCRIZIONE CONTESTO EDILIZIO

(Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento e con l'indicazione, per entrambe le tematiche, di eventuali problematiche riscontrate e delle soluzioni ipotizzate, tenuto conto anche delle indicazioni degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica)

Il nuovo campo in particolare sorgerà sul lato est del comprensorio sportivo, nell'area indicativamente rappresentata nell'immagine a seguire.

Inquadramento aereo della zona con indicazione della posizione del nuovo impianto

L'area di intervento è sostanzialmente pianeggiante e oggi destinata a terreno agricolo. Le risultanze geologiche hanno permesso di conoscere il terreno nella sua formazione, confermando le argille miste fino ad una profondità medi di circa -250 cm rispetto al piano di campagna (quota media assoluta pari circa a +73.50 m sul livello del mare).

Si accede all'area dall'ingresso principale posto verso ovest su Via Alberto Sordi, ad oggi la circolazione interna del Centro Sportivo fiancheggia il nuovo campo sul lato lungo ovest. Tra la strada interna del Centro Sportivo e l'area su cui sorgerà il nuovo impianto vi è un canale che dovrà essere attraversato con la

realizzazione di tombamento in accordo con la Bonifica Parmense per preservare il deflusso delle acque verso nord.

Per l'invarianza idraulica, le acque di prima pioggia raccolte nella rete delle acque bianche dovranno essere laminate e poi scaricate o direttamente nello strato di ghiaia prima indicato o con collegamento al ramo a valle del canale a nord del campo.

In fase di progetto, onde evitare accumuli di acqua sul fondo del campo (che sarà di tipo "sintetico" di nuova generazione), la quota del campo sarà sopraelevata rispetto all'attuale piano di campagna.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DEL PROGETTO GENERALE

Il nuovo impianto sarà omologato per gare ufficiali e sarà completato da:

- blocco spogliatoi con parcheggio (lato sud del campo, dietro allla linea di fondo sud);
- tribuna coperta per 196 persone (lato ovest del campo, parallelo alla lato lungo ovest del campo da gioco);

Spogliatoi e tribune verranno realizzate con elementi prefabbricati e secondo le norme specifiche di settore.

Nei 4 angoli del campo da gioco verranno collocate torri faro per permettere la disputa di gare in notturna.

Il campo da gioco verrà realizzato da ditta specializzata di settore con specifiche prescrizioni del CONI e degli organismi competenti.

La vasca di laminazione verrà eseguita verso nord, al di fuori dell'area prima indicata in rosso, con elementi prefabbricati interrati e lo scarico in ghiaia a -250 cm. La vasca sarà in ogni caso dotata di "troppo pieno" verso il ramo nord del canale.

In definitiva, dal punto di vista strutturale, escludendo le opere che possono essere incluse tra quelle prive di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici, gli elementi che dovranno essere trattati e progettati sono i seguenti:

1. **BLOCCO SPOGLIATOI**
2. **TRIBUNA COPERTA**
3. **TORRI FARO**

DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

(Descrizione generale della struttura, sia in elevazione che in fondazione, e della tipologia di intervento, con indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate entro e fuori terra, e dei vincoli imposti dal progetto architettonico)

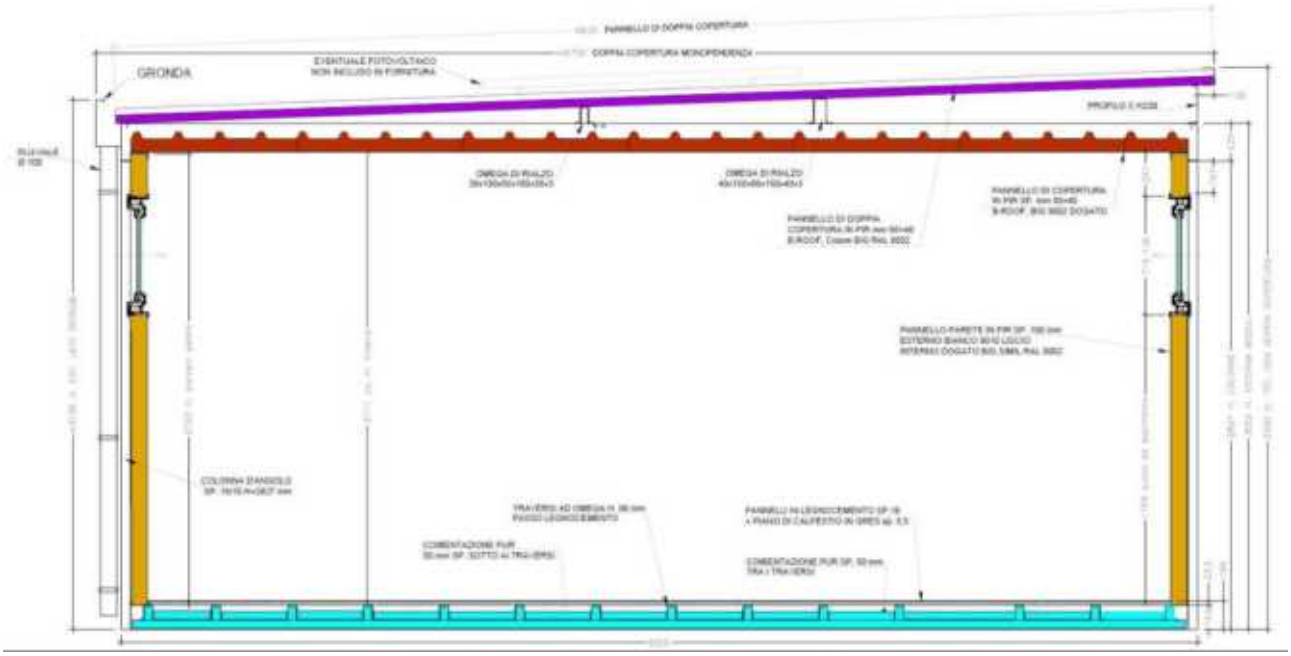
1. **BLOCCO SPOGLIATOI**

   I nuovi spogliatoi sono immaginati in prefabbricato leggero e saranno forniti da ditta specializzata che Parma Calcio 1913 avrebbe già individuato in New House.

   Saranno a forma rettangolare con una larghezza di circa 47,10 m ed una profondità di circa 6,50 m.

   Permetteranno di ospitare fino a 4 squadre oltre due spogliatoi per arbitri, un ripostiglio ed una infermeria.

Volume spogliatoi in pianta



Volume spogliatoi in sezione

Nel dettaglio, la struttura del singolo monoblocco, sarà composta da moduli "Serie 2000" della ditta New House con le seguenti caratteristiche principali:

- N. 10 moduli Dim. 6,50 x 2,96 x 3,02 h (2,70 h int);
- N. 7 moduli Dim. 6,50 x 2,50 x 3,02 h (2,70 h int);
- la struttura verrà appoggiata su platea di fondazione in conglomerato cementizio armato, spessore complessivo 30 cm, su ghiaia costipata con mezzi meccanici;
- il profilo di basamento perimetrale sarà realizzato con profili pressopiegati a C h=145 mm e sp.20/10;
- i traversi di base sono realizzati con profili omega h=80 mm e sp.20/10;

- le colonne d'angolo sono realizzate con profili pressopiegati a sezione aperta, larghezza 110mm e spessore 15/10mm;
- le colonne intermedie sono realizzate con profili pressopiegati a sezione aperta di spessore 30/10 mm;
- gli elementi di copertura perimetrali del monoblocco completo sono realizzati con profili aperti a C pressopiegati h=225mm e sp.30/10 mm, i profili longitudinali negli ambienti open space vengono rinforzati con un profilo tubolare 40x20 mm e sp.20/10, per 250 cm, nell'intorno della zona di appoggio dei profili di doppia copertura, ed i profili adiacenti vengono collegati tra loro con un passo raffittito pari a massimo 250 mm;
- i profili di appoggio dei pannelli di doppia copertura sono realizzati con omega 40x150x80 sp. 30/10 mm, omega 30x100x50 sp. 30/10mm e profili a C di rialzo 60x230x30 sp.25/10 mm;
- pannelli di copertura dei moduli 80+40 mm di greca in PIR, lamiera sp.4+4/10 – 5 greche;
- pannelli di parete esterni di sp.100mm PIR, doppia lamiera liscia sp.5+4/10 mm;
- pannelli di doppia copertura monopendenza 50+40 mm di greca in PIR, lamiera sp.4+4/10 – 5 greche;
- il collegamento delle strutture con le opere di fondazione verrà realizzata con tasselli metallici;

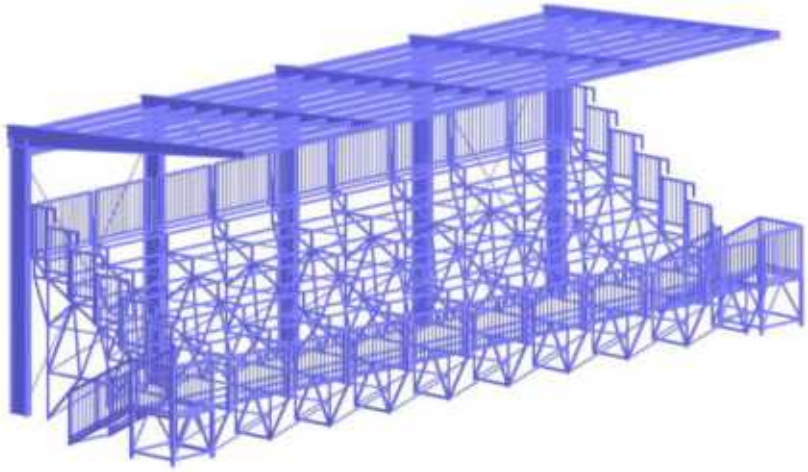
2. TRIBUNA COPERTA

La tribuna sarà del tipo prefabbricato con copertura e sarà prodotta ed installata dal CETA Spa.
Sarà realizzata con elementi metallici standardizzati in acciaio S235JR e S235JRH tra loro assemblabili. Avrà dimensioni massime in pianta di 16.20 x 5.80 m, per un'altezza massima di m 4.60 ed è formata da 10 telai trasversali distanziati 1.8m l'uno dall'altro. La tribuna è destinata ad ospitare posti a sedere fissi numerati per un numero complessivo di 196 spettatori.
I telai sono destinati a sostenere 6 file di posti a sedere. I telai saranno tra loro vincolati con controventature longitudinali triangolari poste in linea con i montanti dei telai, oltre che dai piani di calpestio, dalle panchette di seduta e dagli elementi fermapiede. Gli elementi, sia trasversali che longitudinali, saranno tra loro collegati in una predeterminata successione autobloccandosi l'un l'altro, al fine di impedirne il casuale disimpegno. Ogni elemento sarà protetto contro la corrosione mediante zincatura a caldo.

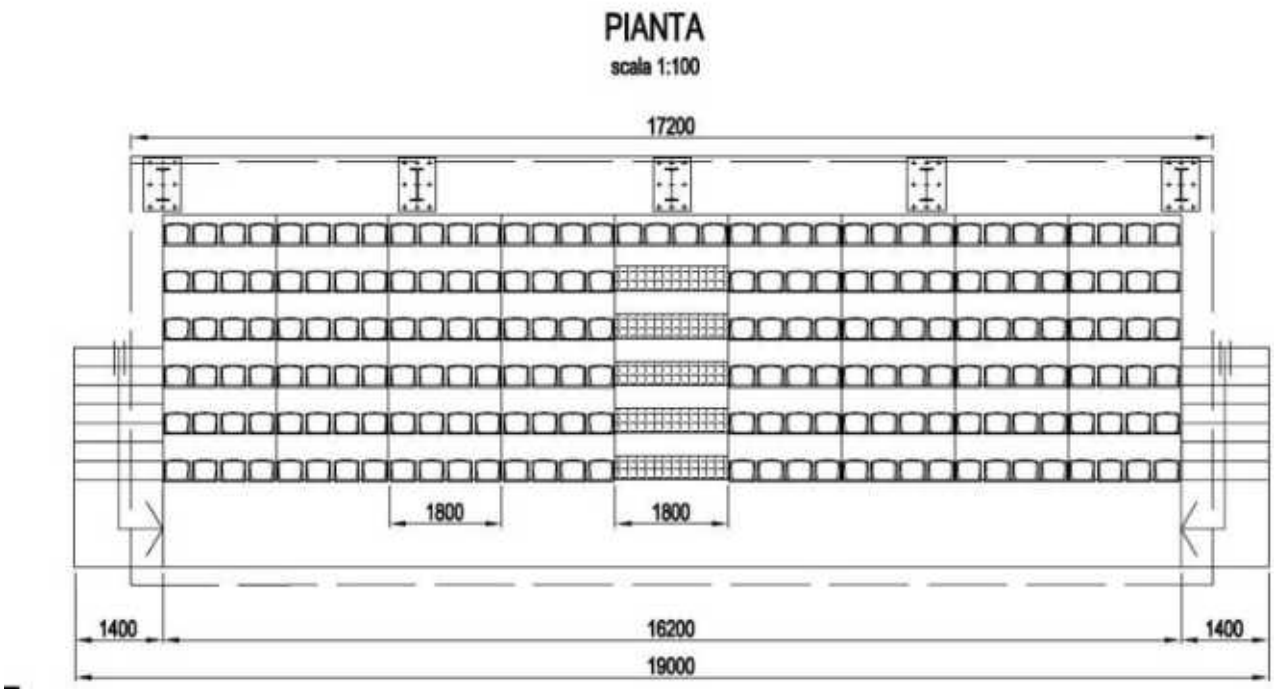
La copertura avente dimensioni in pianta di m 6.70 x 17.20 e di altezza media m 6.00, sarà sorretta da n.5 montanti (IPE500) posti a un passo di 4.05 m. La copertura sarà realizzata con una doppia orditura di travi in acciaio e sarà controventata da tiranti incrociati; le travi principali saranno realizzate con profili IPE 500 rastremate fino a IPE 160, le travi secondarie con profili rettangolari 60x120 sp.3mm, i controventi con tondo pieno Φ16. Si prescriverà di utilizzare lamiere di copertura certificate per i carichi riportati nelle specifiche relazioni. La copertura sarà inclinata di circa 5.1° rispetto all'orizzontale. La copertura sarà vincolata mediante tirafondi ad una fondazione in c.a. avente sezione di altezza pari ad almeno 90 cm.

Sarà prevista anche una scala di accesso indipendente, costituita da una rampa a 5 gradini in lamiera d'acciaio sagomata. Sarà anch'essa costituita da elementi metallici standardizzati costruiti in acciaio S235JR e S235JRH tra loro assemblabili.

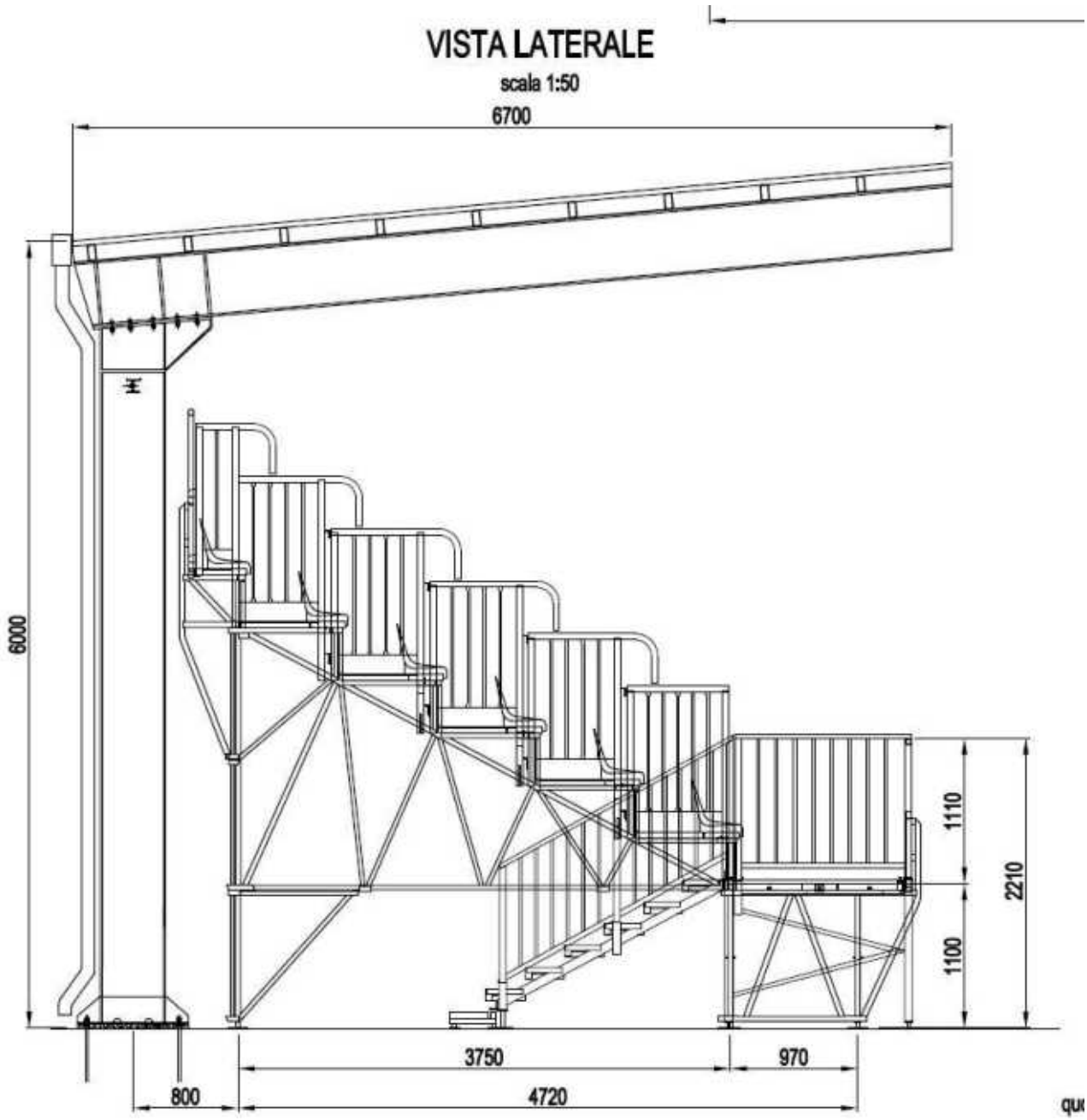
Anche la tribuna con la propria copertura saranno appoggiate su fondazione a platea in cls spessore 60 cm debitamente armata.



Assonometria della tribuna e della copertura



Pianta della tribuna



Sezione della tribuna e della copertura

3. TORRI FARO

Anche le torri faro saranno fornite e posate da ditta specializzata nel settore, individuata nella Musco Sports Lighting.

Le torri faro saranno in acciaio zincato complete di base in calcestruzzo prefabbricato con messa a terra antifulmine integrata. Ogni torre faro sarà dotata di 4 apparecchi illuminanti ma con la predisposizione per una aggiunta di ulteriori corpi illuminanti.

Dal punto di vista della fondazione, la base in cemento prefabbricato sarà posizionata direttamente nel terreno e riempita con calcestruzzo. In allegato tutta la scheda tecnica della singola torre.

NORMATIVA TECNICA

(Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati, tra cui le eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica)

I calcoli statici e sismici sono stati eseguiti nel rispetto delle seguenti Normative:

- D.M. 17/01/2018 (NTC 2018)
- C.M. 21/01/2019
- L.R. 30/10/2008 n° 19
- D.G.R. n° 1373 del 26/09/2011

1. ESTREMI DEL COMMITTENTE

Parma Calcio 1913 SRL, con sede in Parma (PR), Borgo 220 Marzo n.4.

P.IVA e C.F. 02947820342.

2. ESTREMI DEI PROGETTISTI

A. PROGETTISTA ARCHITETTONICO

GEOM.MASSIMO FANFONI – nato a Parma il 19/10/1962, residente in Via Grassi 40 a Collecchio (PR), CF FNFMSM62R19G337Z;

B. PROGETTISTA STRUTTURALE GENERALE E PROGETTISTA STRUTTURALE DELLE OPERE DI FONDAZIONE

ING.GIOVANNI NESTI – nato a Parma il 11/01/1975, residente a Parma in Via Minuziano 3, CF NSTGNN75A11G337S, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Parma al n.1944 A;

1. **BLOCCO SPOGLIATOI**

   Per New House SRL: progettista strutturale degli spogliatoi prefabbricati Ing. Amedeo Riccò, CF RCCMDA91H28G337X, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Parma al n.3026 A;

2. **TRIBUNA COPERTA**

   Per CETA Spa: progettista strutturale della tribuna prefabbricata e della copertura Ing. Marco Rota Nodari;

3. **TORRI FARO**
   Per MUSCO: Structural Engineers, P.C.

3. INDIVIDUAZIONE DEL SITO

Si rimanda alla foto aerea ed alla descrizione di pagina 3.

4. INDICAZIONE DI EVENTUALI DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI

Nessun documento tecnico applicativo adottato ad integrazione delle vigenti normative.

5. INDICAZIONE DELLE DESTINAZIONI D'USO PREVISTE PER LA COSTRUZIONE ED ANALISI DEI CARICHI

1. BLOCCO SPOGLIATOI

La destinazione d'uso degli spogliatoi prefabbricati è la seguente:

- A terra zona spogliatoi:
  - In analogia, cat.B1 uffici non aperti al pubblico;
- A terra zona ripostiglio:
  - In analogia, cat.E1 aree per accumulo di merci;
- In copertura:
  - Cat.H coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione;

Analisi dei carichi applicati a seguire, stralcio estratto dalla relazione di calcolo.

5.1 Condizioni di carico elementare

Vita nominale Vn ..... 50 anni
Classe d'uso II
CU 1

5.1.1 Peso proprio della struttura G1

Il peso proprio degli elementi strutturali è valutato automaticamente dal programma di calcolo, assumendo:

- Acciaio ..... G1= 78,50 kN/mc

5.1.2 Carichi permanenti non strutturali G2

- Pannelli di copertura (compreso l'isolante) ..... G2= 0,15 kN/mq
- Pannelli di tamponamento verticali, compreso l'isolamento esterno ..... G2= 0,15 kN/mq

5.1.3 Carichi accidentali variabili Q

- Carico accidentale a pavimento ..... G2= 2,00 kN/mq
- Carico accidentale a pavimento locale tecnico ..... G2= 5,00 kN/mq
- Carico accidentale in copertura ..... G2= 0,50 kN/mq

5.1.4 Carico da neve Qn

Zona		I - Mediterranea
q_{sk}	(KN/mq)	1,5
n		
m		
a_s	(m) s.l.m	74
q_{sk}	(KN/mq)	1,5
		Coperture piane
C_e		1
C_t		1
α	(°)	0
μ_i		0,8
q_s	(KN/mq)	1,2

Blocco Spogliatoi – analisi dei carichi prima parte

5.1.5 Carichi da azione del vento Qv

Regione		(2) Emilia Romagna	(2) Emilia Romagna
Zona		2	2
a_s	*m s.l.m.*	50	50
v_{ref}	*m/s*	25	25
a_0	*m s.l.m.*	750	750
k_s		0,450	0,450
C_a		1	1
v_b	*m/s*	25	25
Tr	*anni*	50	50
c_r		1,00073	1,00073
v_r	*m/s*	25,02	25,02
q_r	*N/mq*	391,20	391,20
c_t		1	1
Classe di rugosità del terreno		B	B
Categoria di esposizione		IV	IV
z	*m*	3	3
k_r		0,22	0,22
z_0	*m*	0,30	0,30
z_{min}	*m*	8	8
c_e		1,63	1,63
c_p		1	1
$p = q_r c_e c_p$	*N/mq*	639,30	639,30
		VENTO ±X	***VENTO ±Y***
b	*m*	6,50	47,10
d	*m*	47,10	6,50
h (par. C3.3.8.1.1.1)	*m*	3,00	3,00
h/d	-	0,0637	0,4615
C_u	-	2,0	2,0
α	°	7,00	7,00
B/2	*m*	3,25	23,55
e= min(b/2;h)	*m*	3,00	3,00

PRESSIONI ESTERNE

Tabella C3.3.I – Edifici a pianta rettangolare		
cpe faccia sopravento	0,7067	0,7462
cpe faccia laterali	-0,5533	-0,8692
cpe facce sottovento	-0,3133	-0,3923

Blocco Spogliatoi – analisi dei carichi seconda parte

2. TRIBUNA COPERTA

La destinazione d'uso per la nuova tribuna è la seguente:

- A terra zona tribune:
  - cat.C5 aree suscettibili di grande affollamento;
- In copertura:
  - Cat.H coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione;

Analisi dei carichi applicati a seguire, stralcio estratto dalla relazione di calcolo.

4. DEFINIZIONE DEI CARICHI

4.1. CARICHI GRAVITAZIONALI

In accordo alle Norme Tecniche, i carichi considerati sono i seguenti:

- Carichi permanenti strutturali (g_1): computati in automatico dal software di calcolo
- Carichi permanenti non strutturali (g_2):
  - peso del piano di calpestio: 36.5 daN/m²

4.2. CARICHI VARIABILI

Descrizione	Valore	
Verticali ripartiti su tribune a posti fissi	500	daN/m²
Azioni dinamiche verticali	30	daN/m2
Azioni orizzontali in direzione perpendicolare alle file dei posti a sedere	15	daN/m²
Azioni orizzontali in direzione parallela alle file dei posti a sedere	30	daN/m²
Azioni orizzontali sui parapetti	300	daN/m

4.3. VENTO

La tabella di seguito riassume i parametri assunti per la definizione dell'azione del vento:

Località:	Parma
Provincia:	PR
Regione:	Emilia Romagna - Zona 2
Altezza massima della struttura da terra:	6.0 m
Altitudine:	55 m s.l.m.

Parametro		Valore	
Parametri legati alla zona	$v_{b,0}$	25	m/s
	a_0	750	m
	k_a	0.45	-
Velocità di riferimento	$v_b(T_R)$	25	m/s
Pressione cinetica di riferimento	q_b	39	daN/m²
Categoria di esposizione del sito		III	
Classe di rugosità del terreno		C	
Parametri per la definizione di c_e	k_r	0.20	==
	z_0	0.10	m
	z_{min}	5	m
Coefficiente di esposizione	c_e	1.8	==
Coefficiente dinamico	c_d	1.0	==
Coefficiente di forma - Copertura	c_p	+0.4 ÷ -1.4	==
Coefficiente di forma - Tribuna		±1.2	
Pressione del vento - Copertura	$p_{v,h}$	+28 ÷ -98	**daN/m²**
Pressione del vento - Tribuna	$p_{v,h}$	± 84	**daN/m²**

Tribune – analisi dei carichi prima parte

4.4. NEVE

La tabella di seguito riassume i parametri assunti per la definizione del carico neve sulle coperture.

Località:	Parma
Provincia:	Parma - Zona I
Regione:	Emilia Romagna
Altitudine:	55 m s.l.m.

Parametro		Valore	
Valore caratteristico del carico neve al suolo	q_{sk}	150	daN/m²
Coefficiente di esposizione	C_e	1,0	==
Coefficiente termico	C_t	1,0	==
Angolo di falda rispetto all'orizzontale	α	5.1	°
Coefficiente di forma	μ_i	0,8	==
Carico neve su coperture	q_s	**120**	**daN/m²**

Tribune – analisi dei carichi seconda parte

6. INDICAZIONE DELLA VITA NOMINALE E DELLA CLASSE D'USO

- Vita nominale: 50 anni
- Classe d'uso: III
- Vita di riferimento: 75 anni

7. TIPO DI INTERVENTO

L'intervento in oggetto è una nuova costruzione.

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE E SINTESI SUI RISULTATI CON PRIME ANALISI FINALIZZATE AL PROGETTO DELLE FONDAZIONI

Come anticipato nei punti precedenti, spogliatoi e tribuna avranno findazione a platea mentra le torri faro avranno fondazione con infissione di tubolare prefabbricato completato da getto in cls.

E' stata svolta accurata indagine geologica e geotecnica che si allegano allla presente insieme alla verifica sulla risposta sismica locale. Si allegano tutte queste relazioni in calce alla presente.

Le fondazioni a platea verranno appoggiate a circa -100 cm. dal piano di campagna come indicato tra le prescrizioni della relazione geologica/geotecnica. Ovviamente la platea più sollecitata sarà quella delle tribune e della copertura annessa, con verifica più gravosa in termini di verifica del carico limite.

9. PARAMETRI AZIONE SISMICA

La sismicità storica del Comune di **Noceto** è stata estrapolata dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, Locati et al., 2016), redatto nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici", in cui sono stati classificati e catalogati 122701 dati di intensità per 3212 terremoti. I dati derivano da 185 tra studi, database, rapporti e bollettini pubblicati fino al 2016. Il numero di terremoti supportati da dati di intensità è quasi raddoppiato rispetto alla precedente versione (DBMI15 - da 1681 a 3212, pari rispettivamente al 53% e al 70% dei terremoti in catalogo) che fanno parte del "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15).

La sismicità del territorio comunale di **Noceto** è riassunta graficamente nel diagramma di Fig. 1. Nella tabella di riferimento sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Oltre alla stessa intensità al sito (Is), sono indicati l'anno, il mese, il giorno e l'ora in cui si è verificato, il numero dei dati puntuali d'intensità disponibili (Np), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la Magnitudo momento (Mw).

Secondo la zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale redatta da INGV, il Comune di **Noceto** ricade a ridosso della:

- **Zona Sismogenetica 913**", dove la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po), caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, che si verificano a profondità comprese tra **12 e 20 km**.

Consultando il sito dell'INGV (**http://esse1-gis.mi.ingv.it**) si può accedere ad un sistema che consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°.
Le mappe riportano due distinti parametri dello scuotimento:

- **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo);
- **Se(T)** (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T, in accelerazione).

Relativamente al Comune di **Noceto** tali mappe (Fig. 2) riportano valori congruenti con quelli di cui all'Allegato A4 della D.A.L. Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2.5.2007, che attribuisce al Comune di **Noceto** un valore di accelerazione di picco al suolo (cioè per T = 0, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g a_{refg}, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) di **0.152 g**.

Dalla carta si evince che il territorio del Comune di **Noceto** ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a max) pari a **0.150÷0.175 g**.

Estratto dalla relazione geotecnica

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, si assume:

Classe d'uso: III;

Coefficiente d'uso Cu: 1,5;

Vita nominale dell'opera Vn:≥ 50 anni;

quindi, periodo di riferimento **Vr: ≥ 75 anni**

Il tempo di ritorno (T_R) viene determinato introducendo nell'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

il periodo di riferimento della costruzione V_R (definito sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto) e la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}.

Il **Periodo di riferimento** della costruzione è dato da:

Vr = Vn x Cu = 50 X1,5 =75anni

- Vita nominale dell'Opera (Vn):

  La "Vita nominale" viene stimata in base al Tipo d'opera

  nel caso in esame si è considerata Vn ≥ **50 anni** per "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*" (come definito dalla Tab. 2.4.I del D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) .

- Coefficiente d'uso (Cu):

  Il Coefficiente d'uso viene stimato in base alla Classe d'uso;

  Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

  Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

  Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

  Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

  Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Estratto dalla relazione geotecnica

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto riguarda le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, sono stati assunti i valori indicati nell' "Aggiornamento delle N.T.C. 2018" (Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1):

Tab. 3.2.I – *Probabilità di superamento* P_{V_R} *in funzione dello stato limite considerato*

Stati Limite	P_{V_R}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni *ag* e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

- 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.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2475 anni.

Il sito in esame, non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g, F_0, e T_C^*(Tabella 1) sono stati determinati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Estratto dalla relazione geotecnica

Potendo confrontare i dati sismici da normativa con i risultati della microzonazione e della verifica della risposta sismica locale, come emerge dalla relazione geotecnica, risultano più cautelativi i valori delle NTC.

Risultano più cautelativi i valori delle NTC2018, anche se si propende per una valutazione della RSL in quanto più completa.

Tabella 3 - Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Simica – MZS di 2° livello e il presente studio di "Risposta Sismica Locale - RSL".

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI	MICROZONAZIONE SISMICA DI 3° LIVELLO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1,5-1,8	2,03	1,24
F.A. SA1 ($0.1s<T_0<0.5s$)	1,5-1,8	1,66	1,27
F.A. SA2 ($0.4s<T_0<0.8s$)	1,6-1,8	1,12	1,27
F.A. SA3 ($0.7s<T_0<1.1s$)	1,6-1,7	1,06	1,22
F.A. SI1 ($0.1s<T_0<0.5s$)	1,6-1,8	1,58	1,29
F.A. SI2 ($0.5s<T_0<1.0s$)	1,6-1,7	1,20	1,27
F.A. SI3 ($0.5s<T_0<1.5s$)	-	Elaborato non presente	1,23

Figura 11. Confronto valori di NTC18, microzonazione e RSL.

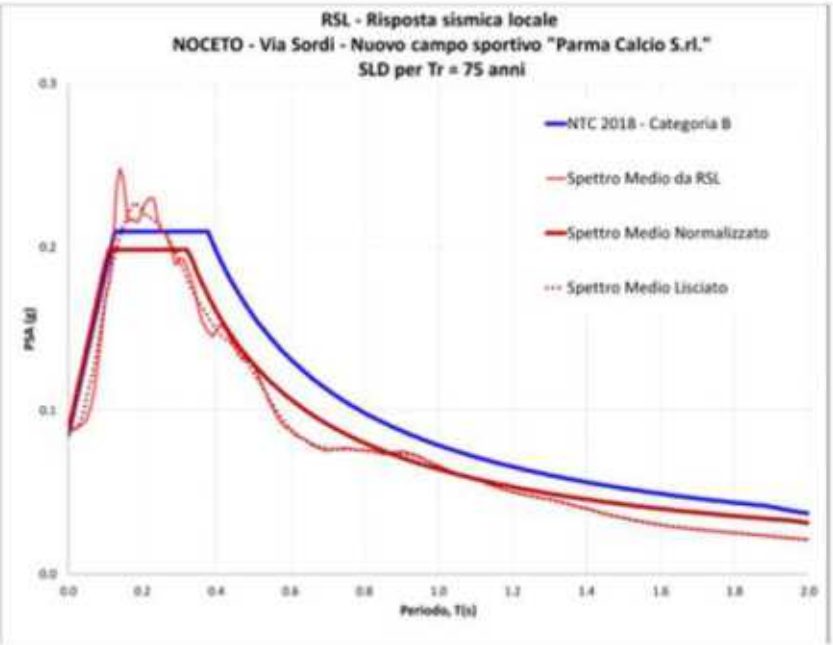


Figura 10 - Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

Figura 12. Report grafico.

Estratto dalla relazione geotecnica

10. ANALISI DELLE ITERAZIONI TRA COMPONENTI ARCHITETTONICI ED IMPIANTISTICI

Per quanto riguarda gli spogliatoi, le torri faro e le tribune, per le parti in elevazione di per sé la progettazione strutturale ed architettonica di competenza delle ditte specializzate, già svolta in via esecutiva, ha già affrontato tutti gli aspetti sia per la presenza dei sottoservizi che per l'implementazione degli elementi di arredo.

Sarà compito del sottoscritto valutare in fase di fondazione la collocazione di predisposizione per pozzetti e/o passaggi (come il canale di aerazione previsto da New House a terra negli spogliatoi, o la indicazione dei pozzatti pluviali e/o scarichi) ma anche dimensionare i fissaggi tenendo presenti gli aspetti di dilatazione o di movimentazione relativa tra i vari componenti.

11. MATERIALI UTILIZZATI

STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le platee di fondazione ed i riempimenti di fondazione saranno realizzati con il seguente materiale

- Classe di calcestruzzo C25/30
- Classe di esposizione XC2
- Rapporto a/c 0.5
- Diametro inerte max 20mm
- Classe di consistenza S4.

Le armature di fondazione saranno B450C con le seguenti caratteristiche.

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450$ N/mm^2
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540$ N/mm^2
- Rapporto f_{tk}/f_{yk}: $1.13 \leq (f_{tk}/f_{yk}) \leq 1.35$
- Allungamento ≥ 7%

STRUTTURE IN ELEVAZIONE

1. BLOCCO SPOGLIATOI

3 Materiali utilizzati

I materiali utilizzati nella struttura oggetto del presente documento, conformi ai requisiti contenuti nelle NTC2018 e alle norme europee armonizzate, sono i seguenti

3.1 Acciaio per carpenteria metallica

Parametri meccanici	NF EN 10025-2	S235 JR
	NF EN 110169	S280GD
	NF EN 10142	DX51D
Tensione di rottura a trazione		360 N/mm²
Tensione di snervamento		235 N/mm²

3.2 Acciaio per pannelli di tamponamento

Parametri meccanici	NF EN 10025-2	S235 JR
	NF EN 110169	S280GD
	NF EN 10142	DX51D
Tensione di rottura a trazione		360 N/mm²
Tensione di snervamento		235 N/mm²

3.3 Bulloneria

Parametri meccanici	UNI EN ISO 898-1	classe 5.6 o superiore
Tensione di snervamento		300 N/mm²
Tensione di rottura		500 N/mm²

3.4 Coefficienti di sicurezza parziali

Nomenclatura		valore
Verifica di resistenza	γ_{M0}	1,05
Verifica di stabilità	γ_{M1}	1,05
Verifica di sezioni forate e bulloni	γ_{M2}	1,25

3.5 Classe dei giunti

In accordo con quanto previsto dall'UNI EN
Connessioni a taglio ..... A
Connessioni a trazione ..... D
Si sottolinea che tali tipologie di giunti non richiedono l'applicazione del serraggio controllato.

Materiali utilizzati per le elevazioni degli spogliatoi prefabbricati

2. TRIBUNA COPERTA e TORRI FARO

3. MATERIALI

Acciaio S235JR e S235JRH - Profili tubolari

- Tensione di rottura a trazione: f_{tk}=360 N/mm²
- Tensione di snervamento: f_{yk}=235 N/mm²
- Modulo di elasticità: E=206000 N/mm²

Acciaio S275JR - Profili IPE

- Tensione di rottura a trazione: f_{tk}=430 N/mm²
- Tensione di snervamento: f_{yk}=275 N/mm²
- Modulo di elasticità: E=206000 N/mm²

S355JR - Piatti e Tiranti

- Tensione di rottura a trazione: f_{tk}=510 N/mm²
- Tensione di snervamento: f_{yk}=355 N/mm²
- Modulo di elasticità: E=206000 N/mm²

Acciaio per bulloneria classe 8.8

Materiali utilizzati per le elevazioni delle tribune e della copertura e per il palo delle torri faro

IL Tecnico

Ing.Giovanni Nesti

ALLEGATI:

- SCHEDA TECNICA DELLE TORRI FARO;
- RELAZIONE GEOLOGICA;
- RELAZIONE GEOTECNICA;
- RISPOSTA SIMICA LOCALE;

TLC for LED™

5 Easy Pieces™

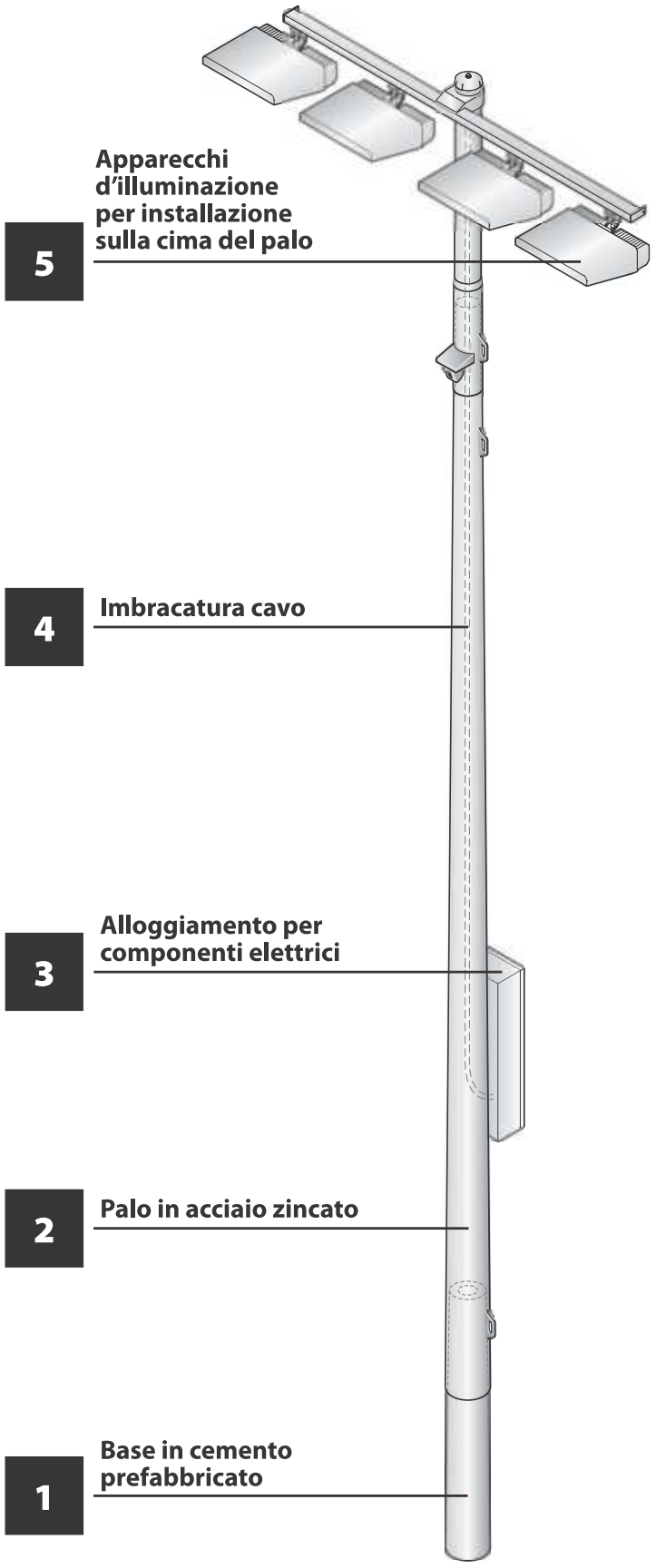
Sistema completo dalla Base alla cima del palo

Cablato, puntato e controllato in fabbrica

Installazione rapida, senza problemi

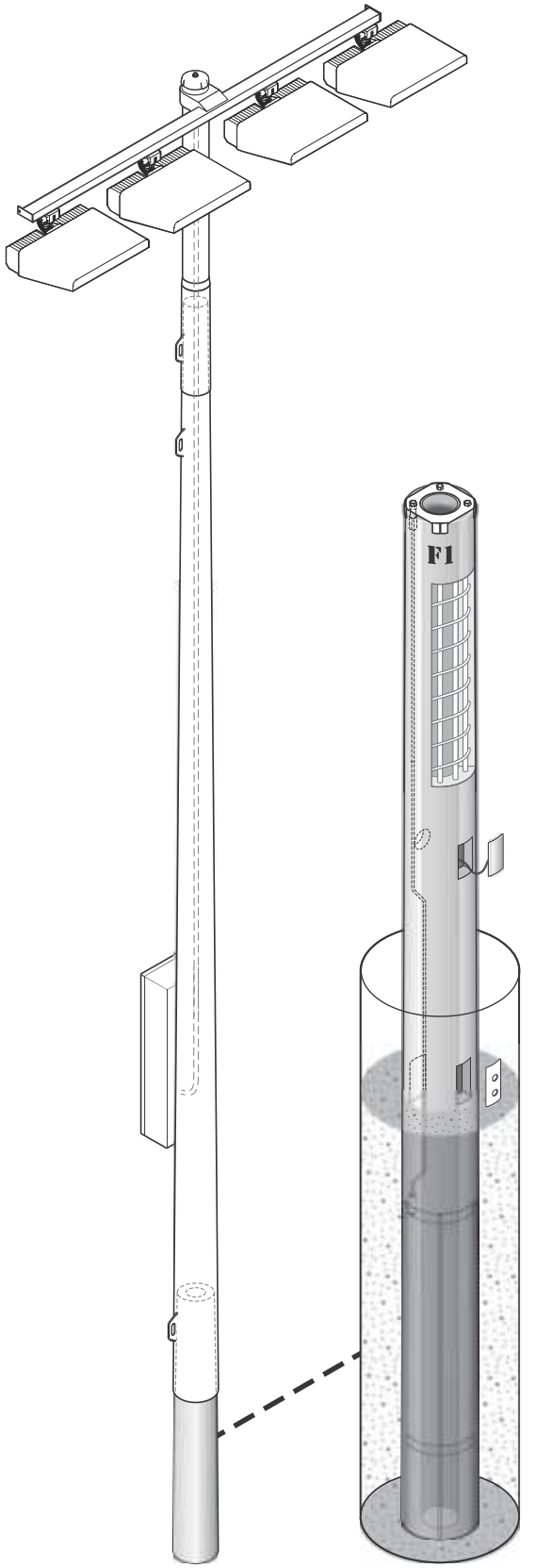
Pacchetto corrosione completo

Messa a terra d'illuminazione integrata



©2015, 2019 Musco Sports Lighting, LLC · Brevetti statunitensi e stranieri rilasciati e in attesa · M-3301-itIT-1

TLC for LED® – Base in cemento prefabbricato



Panoramica

La base in cemento prefabbricato è posizionata direttamente nel terreno e riempita con cemento. La base comprende un sistema integrato d'illuminazione a terra.

Caratteristiche

Base

- Posizionare il palo sulla base in 24 ore
- Sezione superiore rastremata per inserimento palo in acciaio
- Fori di accesso per l'inserimento dei cavi
- Le parti terminali ricoperte in resina epossidica impediscono la penetrazione dell'acqua
- Il foro di sollevamento accetta la barra in acciaio di carico misurato fornita da Musco

Sistema di messa a terra d'illuminazione integrato

- Soddisfa gli standard NFPA 780, UL 96A ed EN 62305 se installato seguendo le istruzioni di installazione di Musco
- Classe II di protezione dai fulmini approvata da UL, numero di registro E337467
- Verificato fino a 100 kA da un laboratorio indipendente
- Interfacce palo in acciaio con sistema di messa a terra integrato tramite il connettore di messa a terra del palo
- 2/0 AWG (area di sezione trasversale di 67,4 mm^2) conduttore elettrodo di messa a terra
- Elettrodo di messa a terra coperto da cemento, lunghezza totale di 20 ft (6,1 m), diametro di ½ in (12,7 mm)

Specifiche tecniche

Le dimensioni della base variano. Per le misure fare riferimento alle specifiche del progetto, schema *Foundation and Pole Assembly (Assemblaggio fondamenta e palo)*.

Costruzione

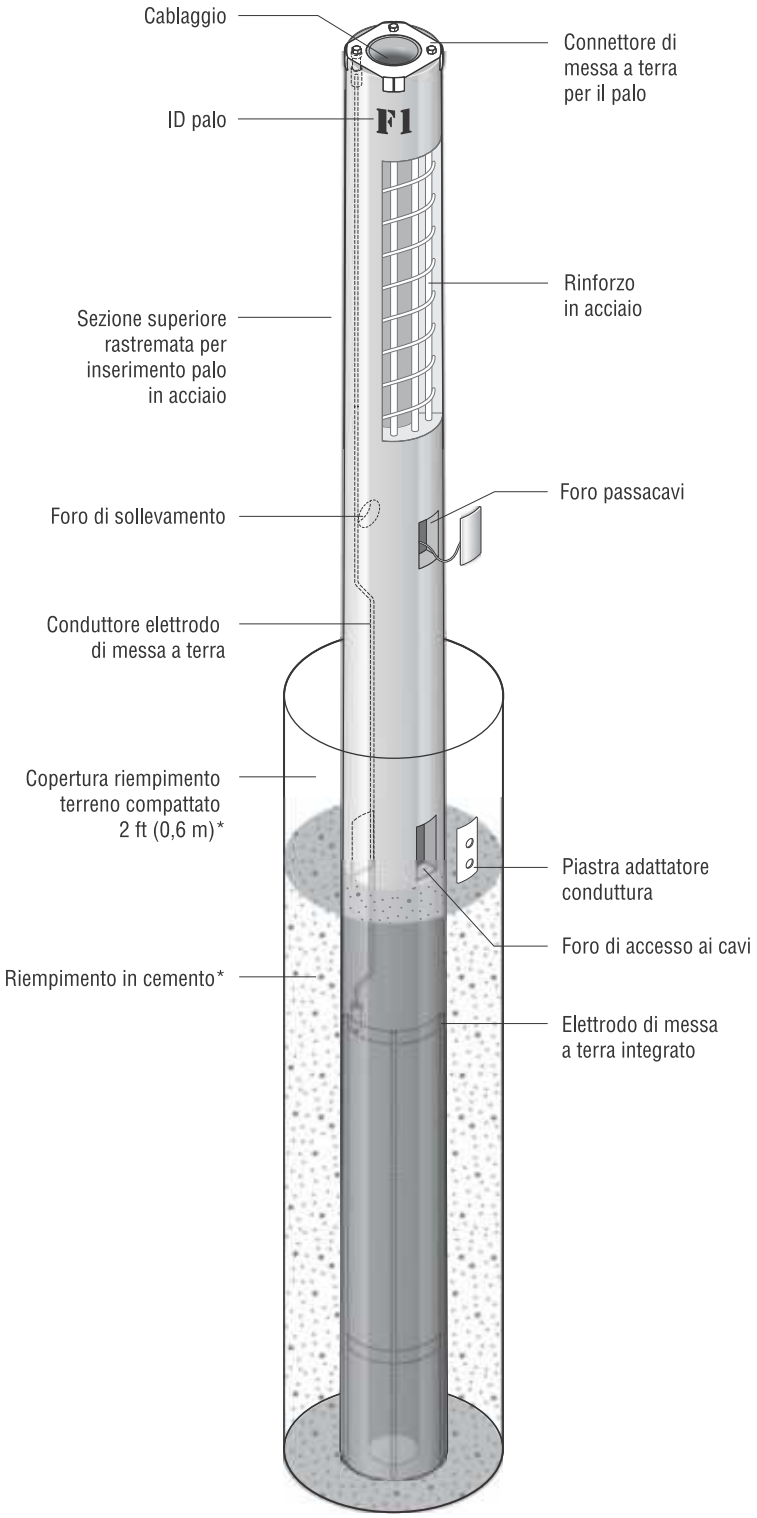
- Costruzione in cemento
- Trefoli verticali in acciaio precompresso e spirale a bobina per rafforzare la base
- La forza minima della struttura è 9500 lb/in^2 (65,5 MPa) a 28 giorni
- Soddisfa i requisiti di struttura ASTM C1804

Test di garanzia di qualità

- Forza compressiva a 28 giorni
- Capacità momento di piega
- Continuità sistema di messa a terra

TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti.
©2012, 2023 Musco Sports Lighting, LLC · Brevetti statunitensi emessi. · M-4952-itIT-1

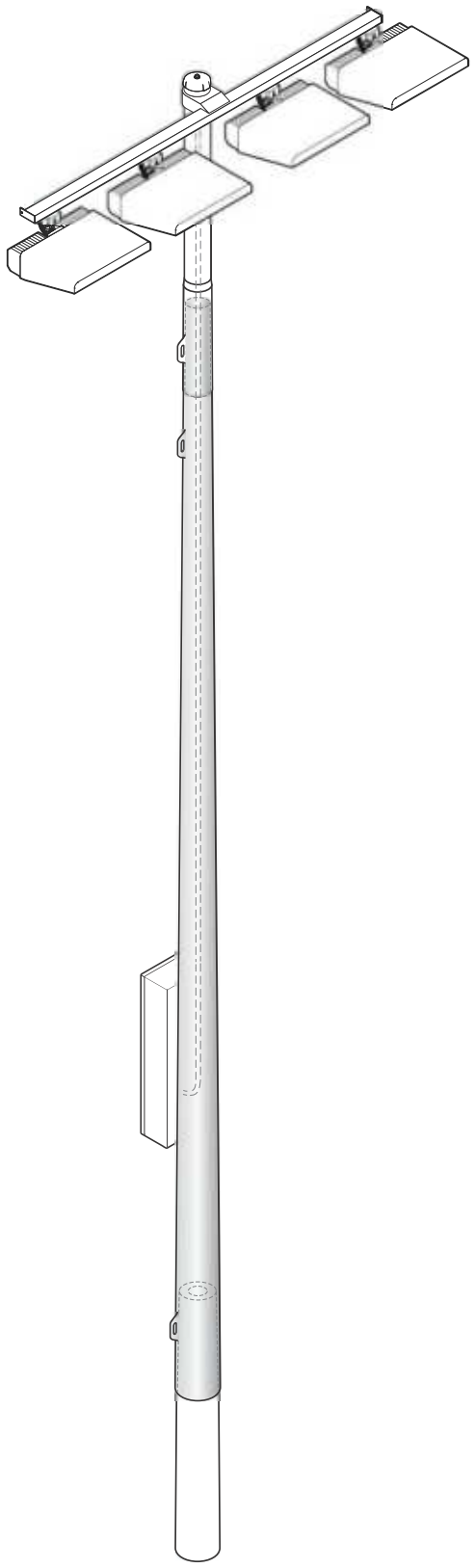
TLC for LED® – Base in cemento prefabbricato



*Piedritto fondamenta standard mostrato. Le fondamenta e/o il riempimento possono variare in base alla struttura alternativa delle fondamenta.

TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti.
©2012, 2023 Musco Sports Lighting, LLC · Brevetti statunitensi emessi. · M-4952-itIT-1

TLC for LED®– Palo in acciaio zincato



Panoramica

Il palo in acciaio zincato è studiato per essere collegato alla base in cemento prefabbricato e al proiettore posto sulla cima del palo.

Caratteristiche

- La connessione a scivolamento permette che il palo sia assemblato con verricello
- Attrezzatura integrata per collegare l'involucro per componenti elettrici
- Accesso al cavo dall'interno del palo (non ci sono cavi o condutture scoperti)
- Sezioni spedite per una gestione più facile
- Etichettate con identificativi del palo per posizione sul campo

Specifiche tecniche

Le dimensioni della base variano. Per le misure fare riferimento agli schemi specifici del progetto di configurazione del palo.

Costruzione

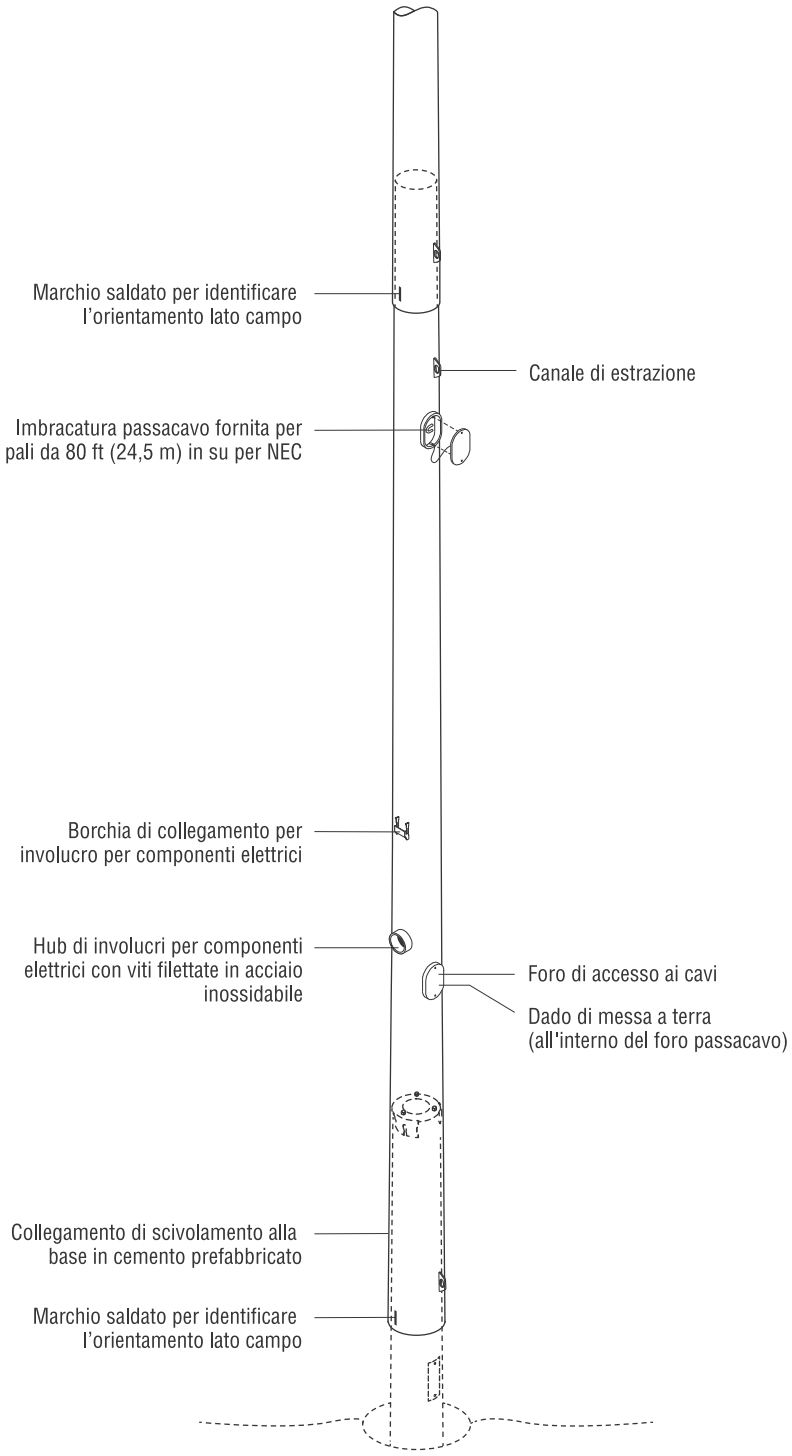
- I progetti dei pali sono personalizzati per soddisfare i codici edilizi specifici e i requisiti normativi dell'ubicazione e della regione del progetto
- Palo rotondo in acciaio di grande forza, bassa lega, rastremato
- La zincatura a caldo interna ed esterna dopo la produzione soddisfa gli standard ASTM-A123
- Dado di messa a terra - approvato per cablaggio in rame (Cu)
- Tutti gli elementi di fissaggio sono in acciaio inox neutralizzato e rivestito

Test di garanzia di qualità

- Le certificazioni dei materiali sono disponibili previo avviso prima della fabbricazione
- Verifica della drittezza prima della spedizione
- Test di spessore della zincatura

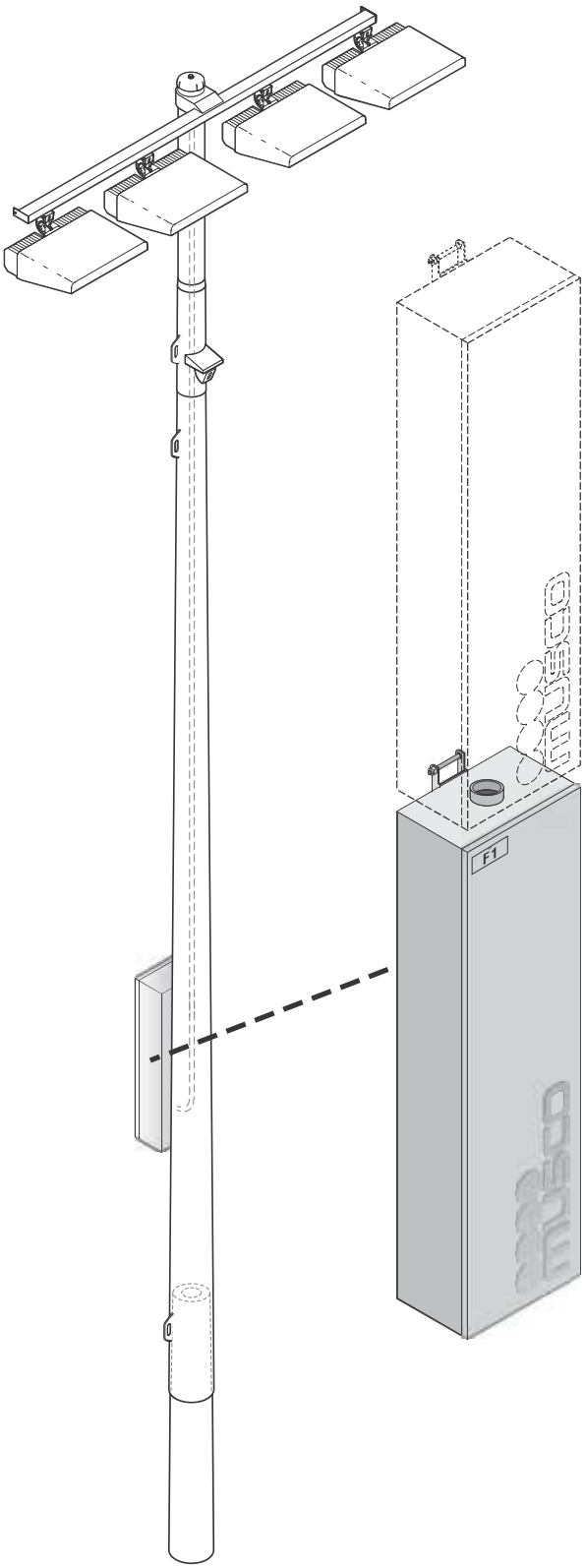
TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia. ©2005, 2024 Musco Sports Lighting, LLC · M-4953-itIT-2

TLC for LED®– Palo in acciaio zincato



TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia. ©2005, 2024 Musco Sports Lighting, LLC · M-4953-itIT-2

TLC for LED™ – Involucro per componenti elettrici



Panoramica

L'involucro per componenti elettrici contiene tutta l'attrezzatura necessaria per utilizzare i proiettori. La struttura di montaggio integrata permette un facile collegamento al palo in acciaio zincato. Le prese a collegamento rapido si chiudono sull'imbracatura del cavo.

Caratteristiche

- Costruito e testato in fabbrica come unità
- Presa a collegamento rapido per un facile cablaggio sul campo
- Montato a più di 10 ft (3 m) per essere utilizzato con una scala
- Etichettato con identificazione del palo e delle informazioni elettriche
- Alimentatori alloggiati individualmente, con fusibili di ricambio
- Accesso al cavo dall'interno del palo (non ci sono cavi o condutture scoperti)
- Interruttore per circuito

Specifiche tecniche

Per gli schemi relativi all'amperaggio e al circuito fare riferimento al documento specifico del progetto.

Costruzione

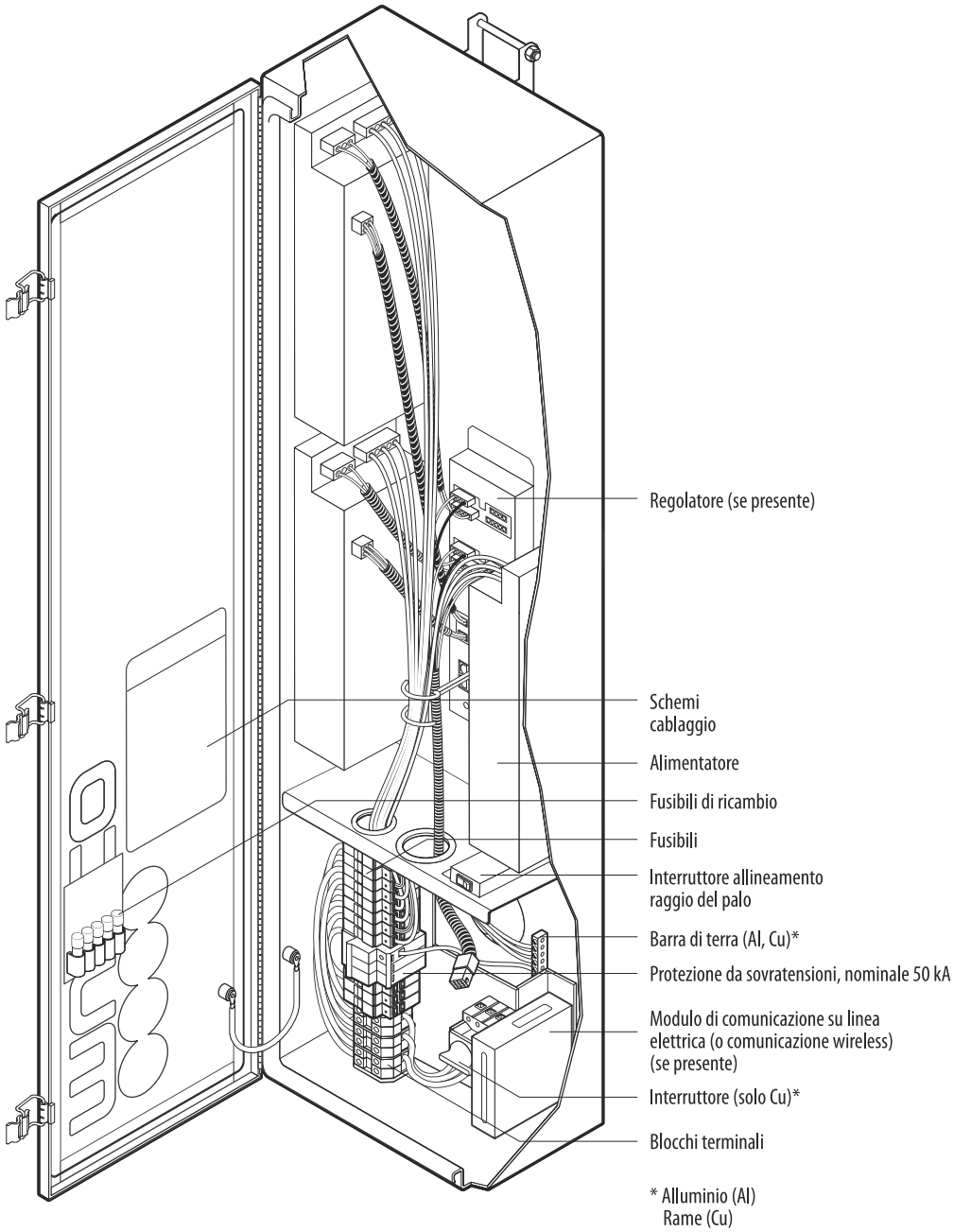
- Alluminio ricoperto a polvere con spessore di 0,08 in (2 mm)
- Standard dell'involucro: NEMA 3R, IP54
- Studiato per lavorare a temperatura ambientale fino a 50°C (122°F)
- Cerniera in acciaio inossidabile a tutta lunghezza
- Tutte le cerniere in acciaio inossidabile sono passivate e ricoperte
- Soddisfa gli standard di sicurezza al tocco
- Fino a quattro alimentatori per involucro
- Peso indicativo 65 lb (29 kg)
- Dimensione involucro inferiore larghezza 14 in (0,36 m) x profondità 9 in (0,23 m) x altezza 52,5 in (1,33 m)
- Dimensione involucro superiore larghezza 14 in (0,36 m) x profondità 9 in (0,23 m) x altezza 40,5 in (1,03 m)

Test di garanzia di qualità

- Continuità della messa a terra
- Elevata resistenza di potenziale dielettrico
- Test di completa funzionalità

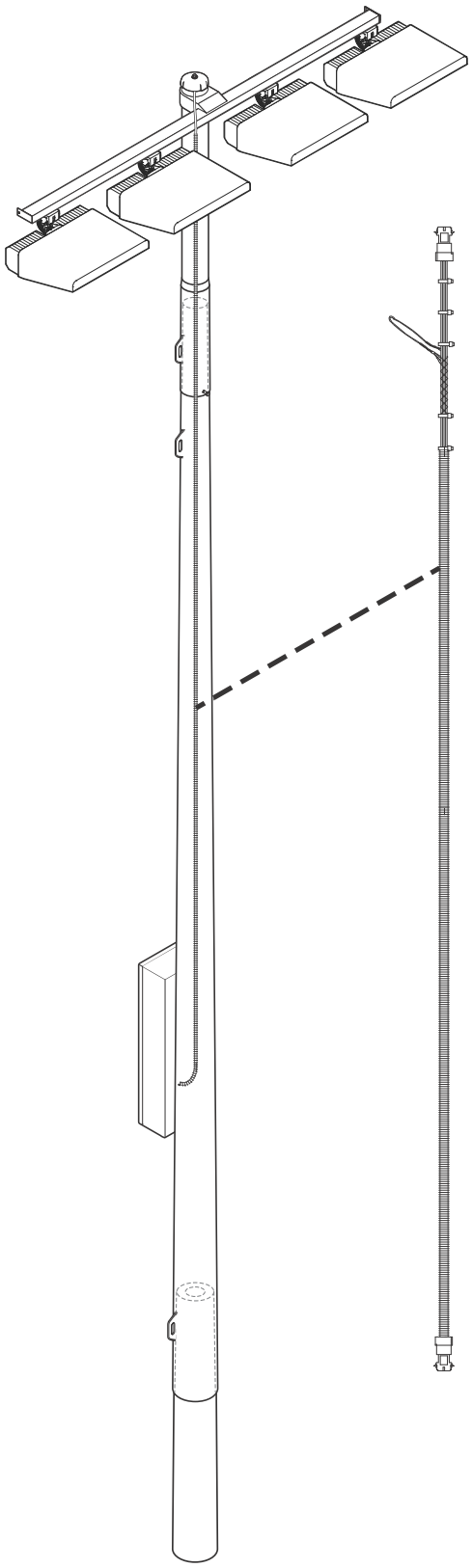
TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia.
©2015, 2024 Musco Sports Lighting, LLC · ECE 9 · M-2217-itIT-5

TLC for LED™ – Involucro per componenti elettrici



TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia.
©2015, 2024 Musco Sports Lighting, LLC · ECE 9 · M-2217-itIT-5

TLC for LED® – Cablaggio del cavo



Panoramica

L'imbracatura per il cavo integrata collega l'involucro per componenti elettrici alla struttura dell'assemblaggio proiettori in cima al palo.

Caratteristiche

- Prese a collegamento rapido per un facile cablaggio sul campo
- Le impugnature di supporto assemblate in fabbrica alleviano la tensione sulle connessioni
- Il cavo avvolto a spirale elimina lo slittamento
- Il manicotto protettivo previene i danni al cavo
- Cablaggio completamente interno, nessun filo scoperto
- Le etichette identificano i pali e i proiettori d'illuminazione

Specifiche tecniche

Costruzione

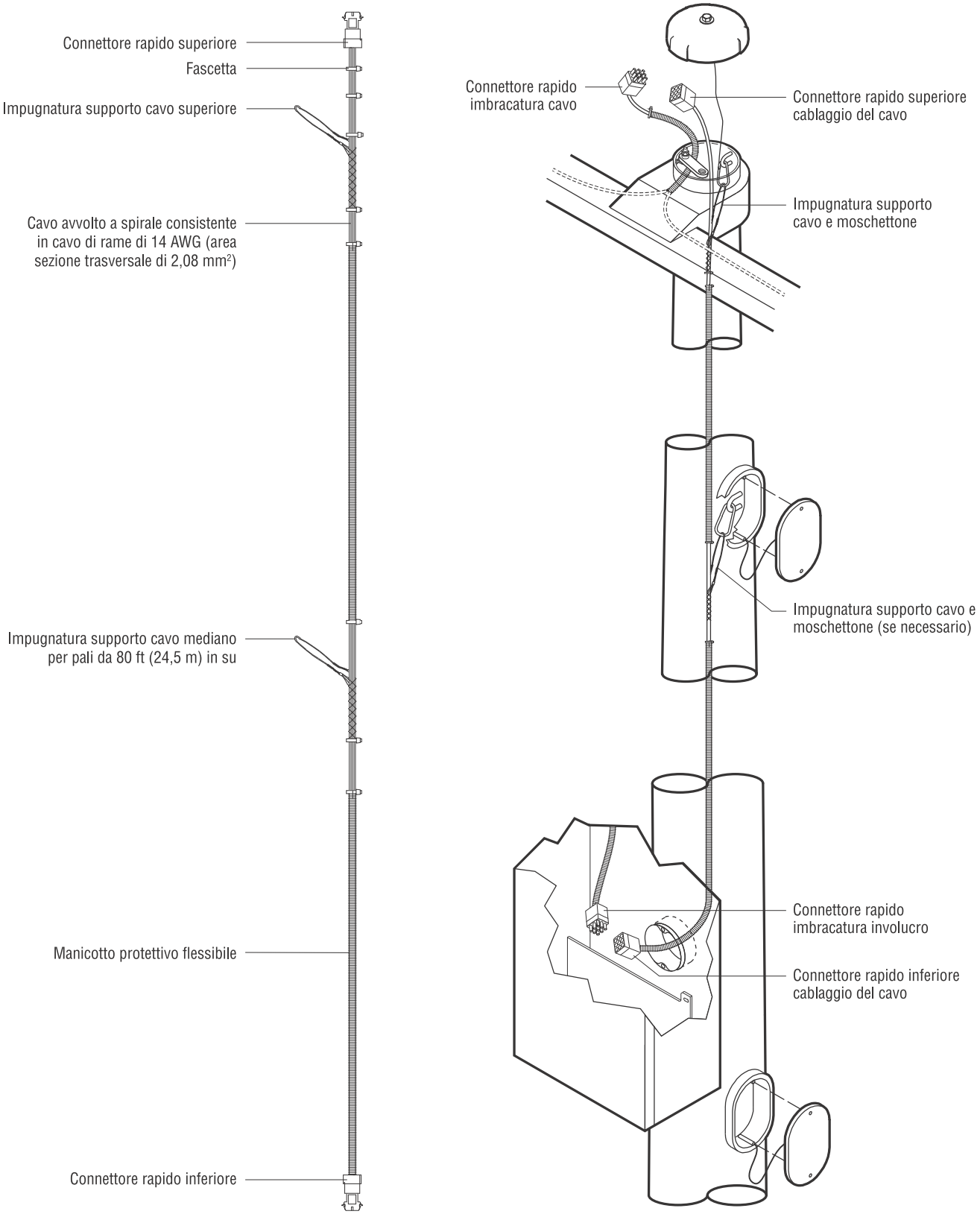
- Cavo di rame avvolto ricoperto, da 14 AWG (area sezione trasversale di 2,08 mm^2)
- Impugnatura di supporto per l'intero cavo
- Ciascuna imbracatura supporta fino a 4 alimentatori
- Possono essere presenti diversi connettori superiori se necessari in base al numero di proiettori

Test di garanzia di qualità

- Test di continuità da connettore a connettore
- Dielettrici resistenti ad alto potenziale
- Terminazione a crimpare applicata a macchina

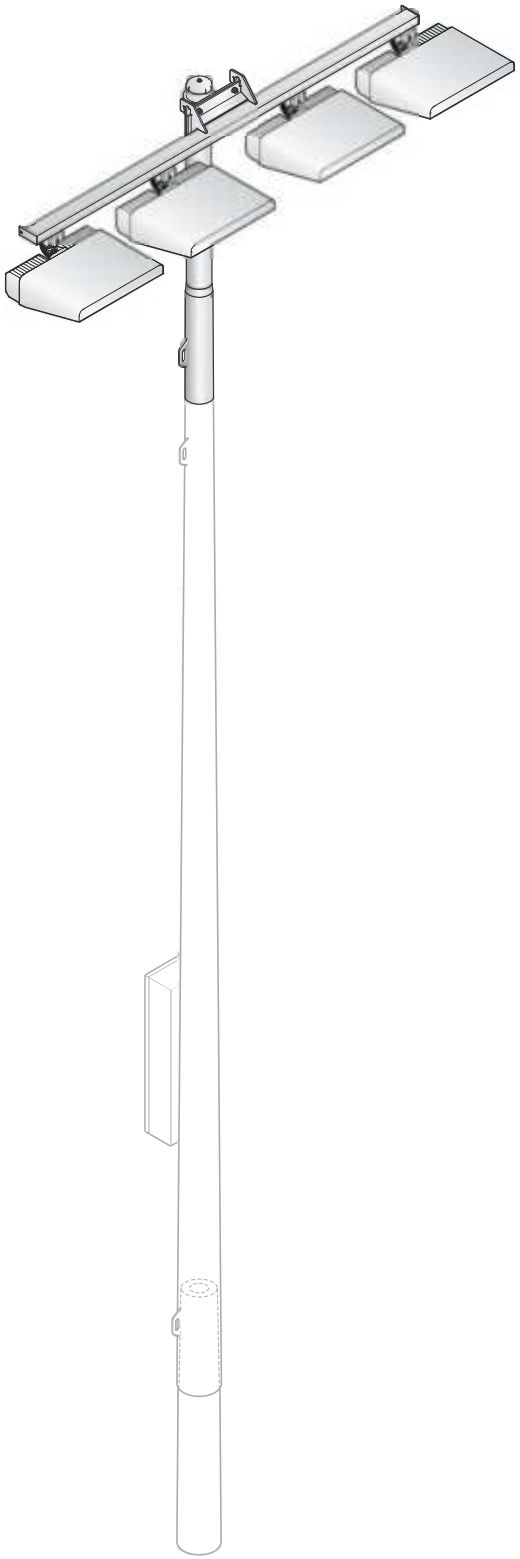
TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia.
©2023, 2024 Musco Sports Lighting, LLC · M-4980-itIT-2

TLC for LED® – Cablaggio del cavo



TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia.
©2023, 2024 Musco Sports Lighting, LLC · M-4980-itIT-2

TLC for LED® – Assemblaggio apparecchio d'illuminazione sulla cima del palo, imbullonato



Panoramica

L'assemblaggio dell'apparecchio d'illuminazione sulla cima del palo, orientato in fabbrica, è la sezione superiore del palo collegata al palo in acciaio zincato. I bracci trasversali vengono rimossi per la spedizione e vengono montati sul campo.

Caratteristiche

- Ciascun apparecchio d'illuminazione è montato in fabbrica, controllato, e viene spedito come unità completa
- Gli apparecchi d'illuminazione sono regolati in fabbrica con un'accuratezza di due decimi di grado
- L'apparecchio d'illuminazione si monta e si collega in un passo unico
- La connessione a scivolamento permette il montaggio con verricello
- Tutti gli apparecchi d'illuminazione sono cablati in fabbrica con un' imbracatura a connessione rapida per una facile installazione
- Le etichette identificano la posizione dei pali e degli apparecchi d'illuminazione
- Non ci sono cavi o condutture scoperti
- Struttura di collegamento del braccio trasversale del moschettone di ritenuta

Specifiche tecniche

Costruzione

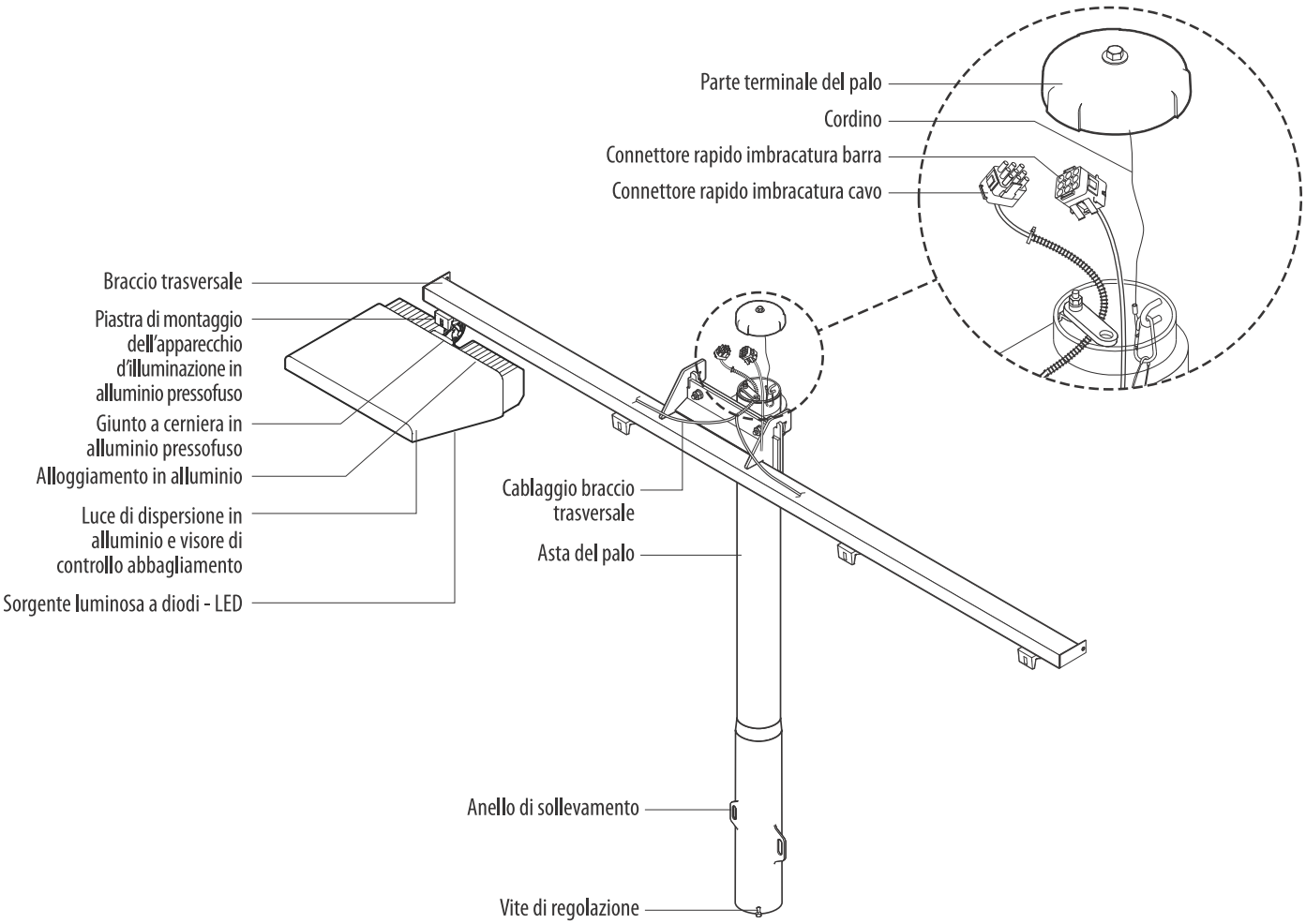
- La zincatura a caldo interna ed esterna dei bracci trasversali e dell'asta del palo dopo la fabbricazione soddisfa gli standard ASTM-A123 e EN 1461
- Tutti i componenti in alluminio sono rivestiti a polvere o anodizzati secondo mil-A-8625F e BS 5599
- L'apparecchio d'illuminazione e il giunto a cerniera sono in alluminio pressofuso rivestito a polvere
- Tutte le cerniere in acciaio inossidabile sono passivate e ricoperte
- I bracci trasversali sono costituiti da tubi in acciaio rettangolari
- La parte finale del palo è collegata con un cordino in acciaio inossidabile e un bullone di sicurezza
- Cerniere di grado strutturale con rondelle DTI (Indicazione di tensione diretta) collegano i bracci trasversali alla cima del palo

Test di garanzia di qualità

- Spessore della zincatura
- Elevata resistenza di potenziale dielettrico
- Continuità elettrica

TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia.
©2023 Musco Sports Lighting, LLC · Brevetti statunitensi ed esteri emessi e in sospeso · M-4955-itIT-1

TLC for LED® – Assemblaggio apparecchio d'illuminazione sulla cima del palo, imbullonato



TLC for LED è un marchio registrato di Musco Sport Lighting, LLC ed è registrato negli Stati Uniti e in Italia.
©2023 Musco Sports Lighting, LLC · Brevetti statunitensi ed esteri emessi e in sospeso · M-4955-itIT-1

COMUNE DI NOCETO
(Provincia di Parma)
Regione Emilia-Romagna

REALIZZAZIONE DI NUOVO CAMPO DA CALCIO CON ANNESSI SPOGLIATOI E TRIBUNE

RELAZIONE GEOLOGICA.

Committente

Parma Calcio 1913 s.r.l.
Borgo XX Marzo 4
43121 Parma (PR)

Tecnico:
Dr. Geol. Fabio Bussetti
Via G.Guareschi 8,
43123 Parma (PR)
Ordine Geologi Emilia Romagna
Sez. A, N. 1262

Ubicazione:
Via Alberto Sordi s.n.c.
43015 Noceto (PR)
Coordinate wgs84 (44.804032N, 10.184502E)

Data, 08 Maggio 2026

Il Geologo

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

INDICE

1. ***Normative di Riferimento ed inquadramento Geografico.….pag.3***
2. ***Vincoli……...pag.4***
3. ***Inquadramento geologico ……pag.5***
4. ***Inquadramento geomorfologico……...pag.7***
5. ***Inquadramento climatico e idrogeologico…….pag.9***
6. ***Notizie Storiche sulla Sismicità……pag.10***
7. ***Conclusioni……pag.11***

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

1.Normative di Riferimento ed Inquadramento Geografico.

Norme di riferimento.

- Norme Tecnico Costruttive 2018 – NTC2018
- OPCM 3274
- L.R. Emilia-Romagna 30 Ottobre 2018 n.19
- PUG Comune di Noceto
- PSC Comune di Noceto
- Testo Unico Ambiente 152/06.

Inquadramento geografico.

Si redige la presente relazione geologica su incarico dell'ingegnere Giovanni Nesti per verificare l'idoneità geologica della presente area all'edificazione di un campo di calcio con annessa Tribuna e Spogliatoio ed opere accessorie. L'area si trova nell'area sud, sud est del centro abitato di Noceto in vicinanza del toponimo Mazzera e delimitata ad est dal Canale Forcello. Le coordinate wgs84 che individuano il luogo sono latitudine nord, 44.804032, longitudine est, 10.184502, alla quota altimetrica di 72 metri sul livello del mare. I riferimenti catastali sono Noceto, F914, Foglio 42, Particella 12.

Figura 1. Ubicazione rispetto alla carta catastale.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

2.Vincoli.

LEGENDA

CAMPO	VALORE
ID univoco	154
Denominazione corso acqua	TORRENTE RECCHIO
Codice corso acqua	0115230000002ER
Tempo di ritorno alluvione (anni)	n.d.
Unità di gestione (UoM)	ITN008
Ambito territoriale	RSP
Codice scenario di alluvione	H-P3

CAMPO	VALORE
ID univoco	257
Denominazione corso acqua	n.d.
Codice corso acqua	n.d.
Tempo di ritorno alluvione (anni)	n.d.
Unità di gestione (UoM)	ITN008
Ambito territoriale	RSP
Codice scenario di alluvione	M-P2

L'area oggetto di studio è al di fuori dei vincoli del PGRA regionale, non è soggetta a fenomeni esondativi.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

3.Inquadramento geologico.

Le pianure rappresentano gli ambienti fisici più fragili e nello stesso tempo più densamente popolati della terra e le attività umane hanno prodotto modificazioni intense e pervasive dei loro sistemi naturali. Questa trasformazione è stata particolarmente accentuata nella Pianura Padana, la più grande pianura d'Italia e fra le più grandi pianure alluvionali d'Europa, di cui l'Emilia-Romagna ne costituisce il settore meridionale.

La gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della pianura emiliano-romagnola sono recenti (età olocenica, meno di 10.000 anni), molti dei quali si sono depositati negli ultimi duemila anni (dopo la caduta dell'Impero Romano). Essi derivano dalla complessa relazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. Per questo motivo la nostra pianura contiene una grande varietà di depositi comprendenti: le conoidi e le piane alluvionali dei fiumi appenninici, la piana a meandri del Po, la piana costiera, il delta e le fronti deltizie, ecc.

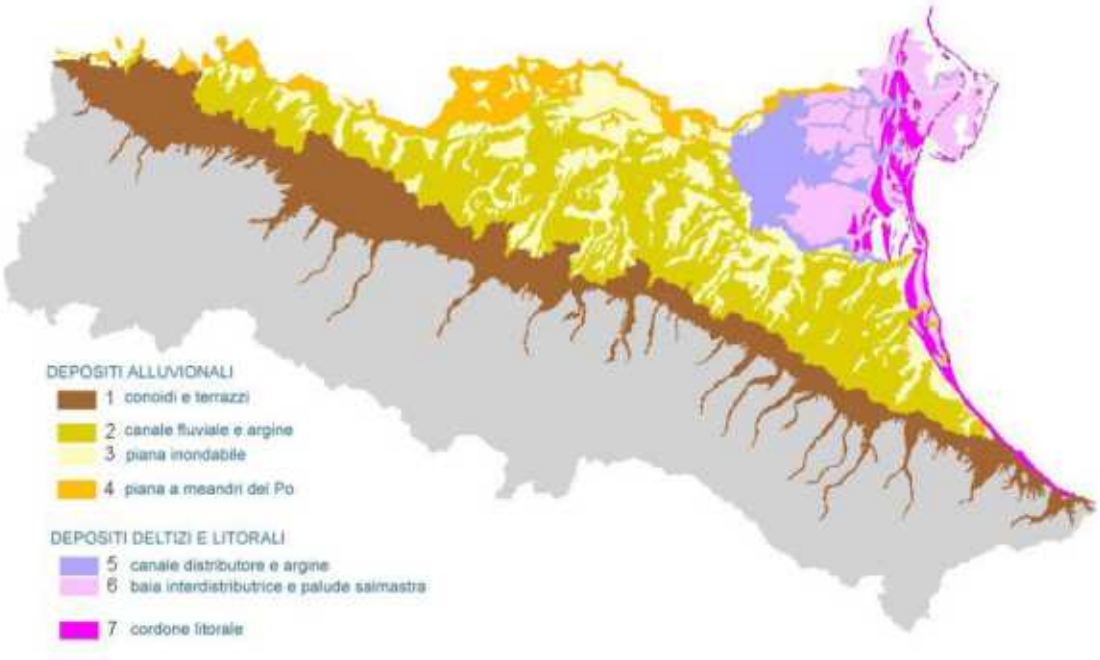


Figura 2. Carta dei Depositi Alluvionali della Regione Emilia Romagna.

La sua configurazione attuale dipende anche dalla storia geologica dell'intera regione nord-italiana. Le catene montuose delle Alpi e degli Appennini, sollevandosi per le spinte tettoniche che le hanno generate, hanno progressivamente allontanato il mare dall'antico golfo padano. Questo braccio di mare, oggi scomparso, si è riempito di sedimenti portati dai fiumi (le "alluvioni") a partire da circa 600.000 anni fa fino a formare la pianura alluvionale che oggi vediamo ed abitiamo.

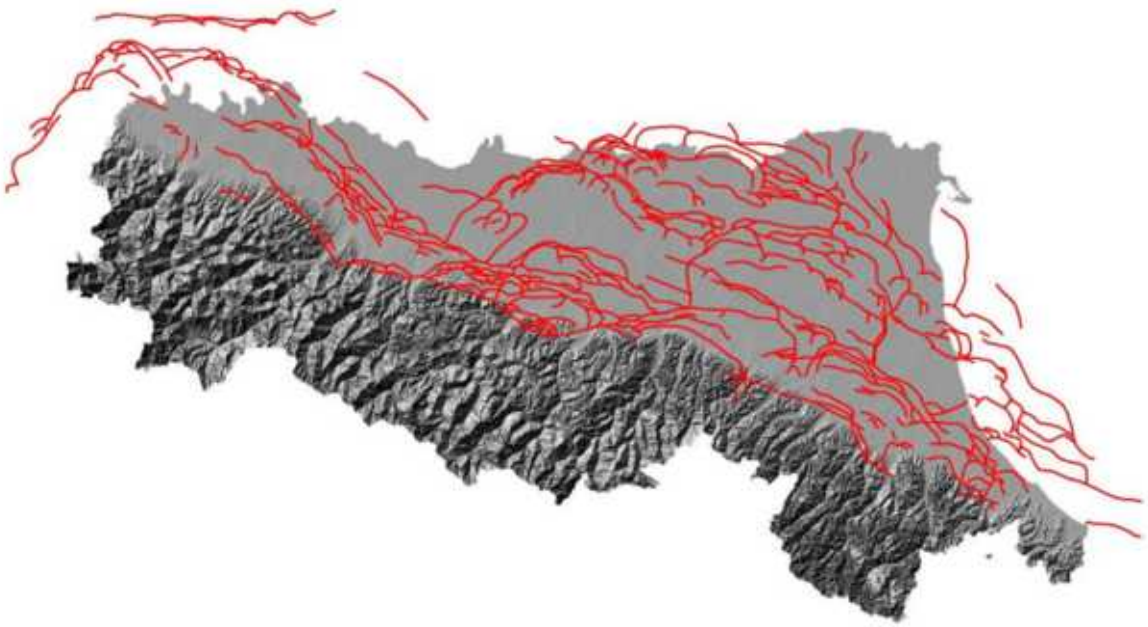


Figura 3. Carta strutturale della Pianura Padana nella Regione Emilia Romagna.

L'unità geologica di riferimento è l'AES8a, unità di Modena, costituita da sabbie prevalenti con livelli e lenti di ghiaia ricoperte con una coltre limosa-argillosa discontinua, identificabili con depositi intrevallivi, terrazzati, di conoide alluvionale e canale fluviale. Nella nostra situazione di tratta di un deposito di canale fluviale. La CTR5 di riferimento è la 181150.

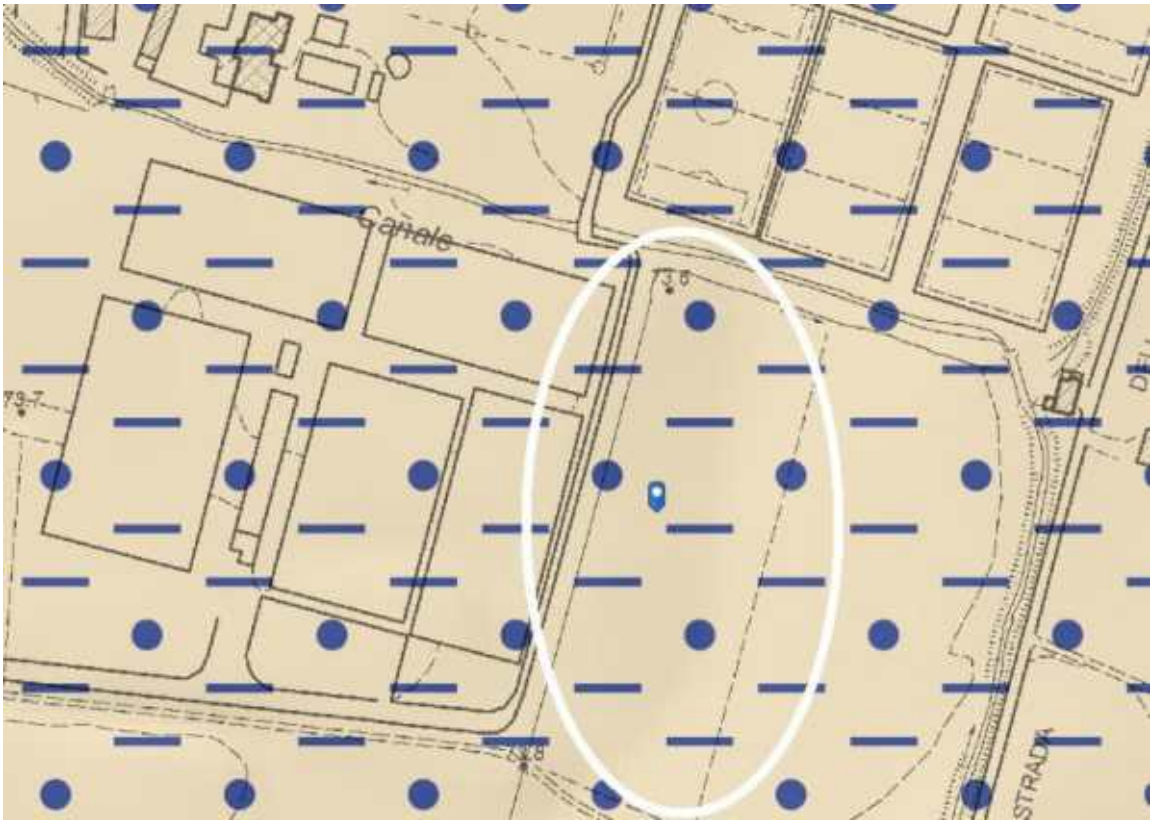


Figura 4. ubicazione rispetto alla CTR5 181150

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

4.Inquadramento geomorfologico.

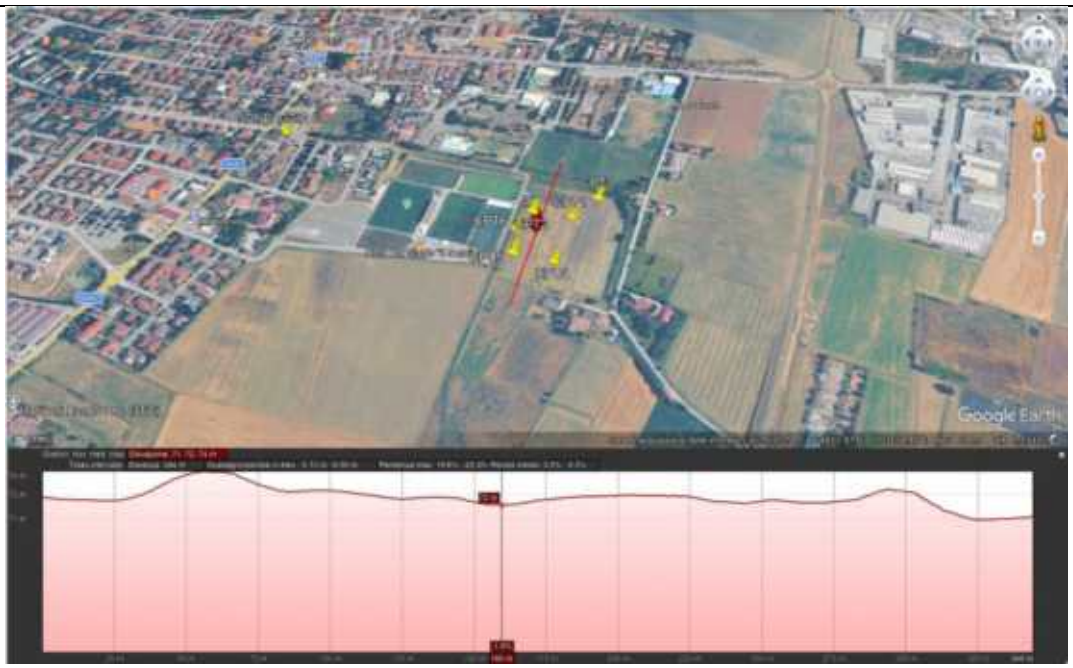


Figura 5. Profilo N-S

Figura 6. Profilo E-W

Si nota, esaminando sia il profilo N-S, che E-W, che l'area è quella tipica di una valle fluviale, in depressione. Si raccomanda di allontanare le acque piovane per evitare ristagli di acque piovane. C'è da segnalare che il terreno dimostra una buona permeabilità essendo la copertura coesiva più limosa che argillosa, con ghiaia posta ad una profondità compresa tra i 2,60 ed i 2,80 metri da piano di campagna.

I suoli BELLARIA, tipici dell'area, sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura da media a moderatamente fine. E' presente ghiaia non alterata a partire da due metri circa di profondità. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura da media a grossolana.

I suoli BELLARIA sono in aree di conoide o in superfici terrazzate recentemente abbandonate ed incise dai fiumi appenninici ed in zone di pianura pedecollinare interessate di recente da rotte fluviali di modesta entità. In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 allo 0,8%. La densità di urbanizzazione è elevata. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice, prato e vigneto. Opere atte a regolare il deflusso delle acque non sono in genere necessarie.

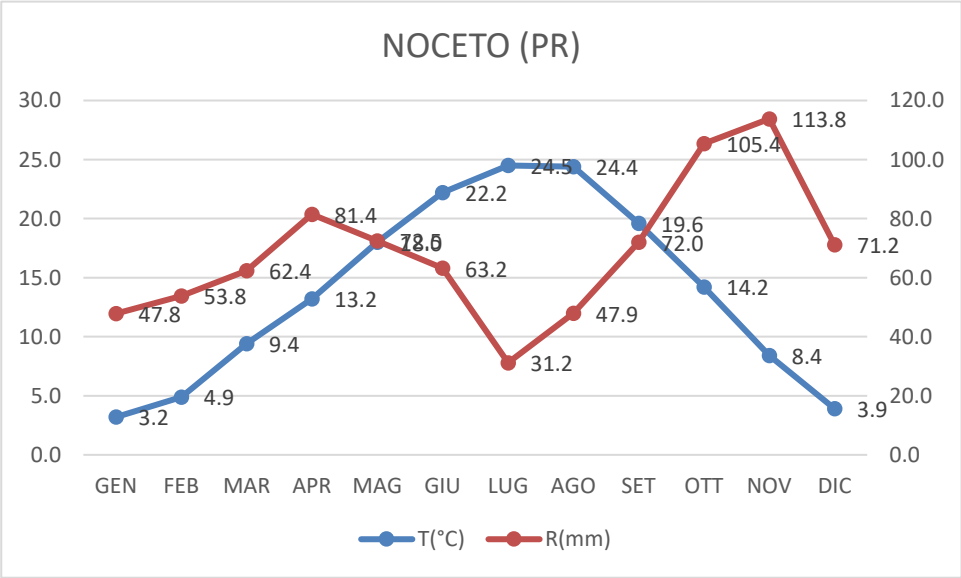
Figura 7. Suolo Bellaria.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

5.Inquadramento climatico ed idrogeologico.

Il clima di Noceto (PR) presenta una temperatura media annuale di 13,8°C assieme ad una piovosità di 822,6 mm. Il clima è di tipo Cfa, con una piovosità annua diffusa, assimilabile ad un clima padano più affine alle aree pedemontane. Il mese più freddo è gennaio, quello più caldo luglio. Le piogge sono copiose nei periodi autunnali in primis, seguiti da quelli primaverili. Il minimo pluviometrico si ha a luglio.

	NOCETO (PR)	
	T(°C)	R(mm)
GEN	3.2	47.8
FEB	4.9	53.8
MAR	9.4	62.4
APR	13.2	81.4
MAG	18.0	72.5
GIU	22.2	63.2
LUG	24.5	31.2
AGO	24.4	47.9
SET	19.6	72.0
OTT	14.2	105.4
NOV	8.4	113.8
DIC	3.9	71.2
	13.8	822.6



Il bacino idrografico principale è quello del Fiume Taro, con la presenza nell'area del Canale Forcello, posto nelle vicinanze. La falda acquifera si attesta ad una profondità media di 14 metri da piano di campagna.

6.Notizie storiche sulla sismicità.

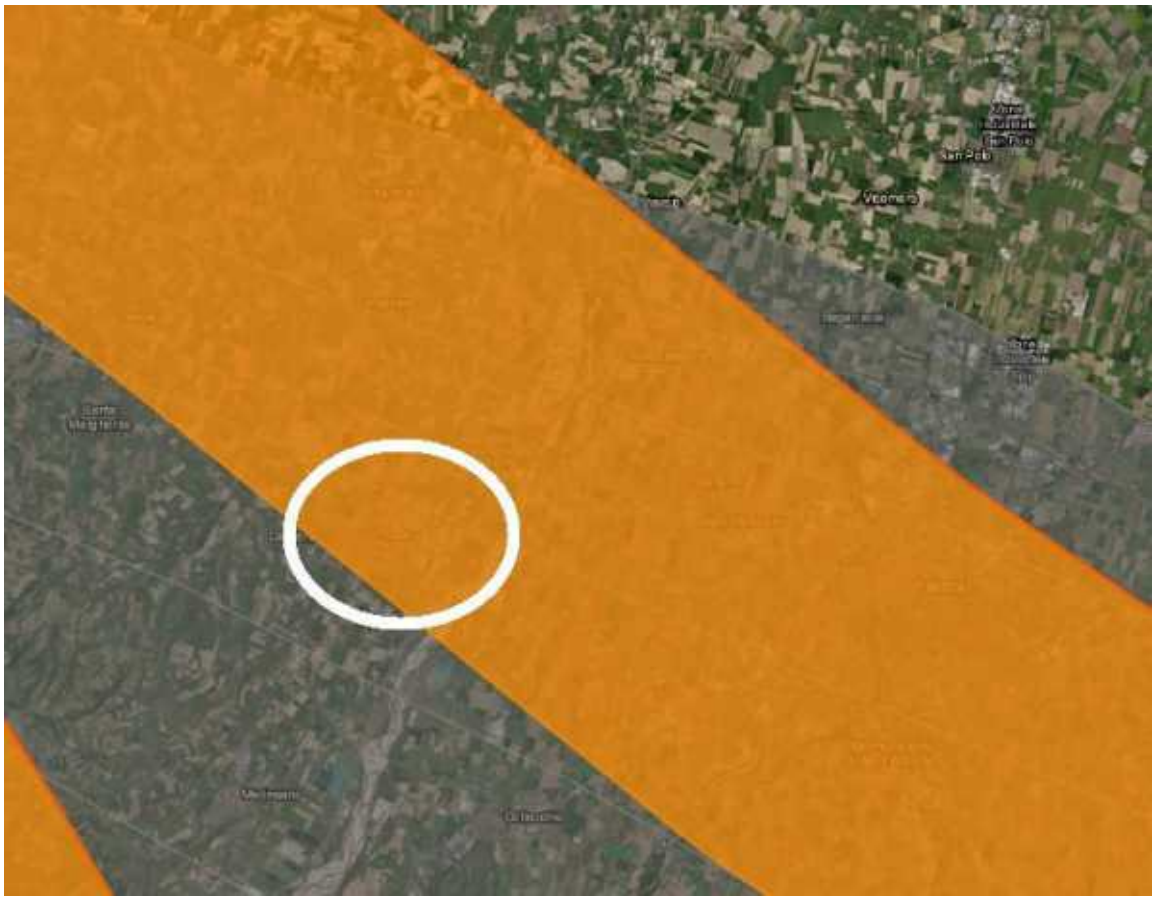


Figura 8. Sorgente Sismogenetica Busseto-Cavriago.

L'abitato di Noceto si trova nella sorgente sismogenetica Busseto-Cavriago: questa Sorgente rappresenta l'arco attivo in cui la spinta alpina meridionale e gli Appennini si avvicinano e potrebbe spiegare la sismicità intermedia o dannosa della regione. In particolare, i terremoti del 1831 e del 1832 sono interessanti molto vicini sia nello spazio che nel tempo, poiché non è raro osservare nella storia sismica dell'Italia e nei suoi complessi schemi riguardanti possibili interazioni tra faglie. Questi due eventi potrebbero essere stati causati da due segmenti adiacenti (fino ad oggi sconosciuti) di questa Sorgente, anche se ciò potrebbe essere influenzato dalla confluenza con la spinta esterna di Romagna a sud-est. Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano numerosi terremoti dannosi in tutta l'area; da nord-ovest a sud-est, sono: i terremoti del 5 novembre 1738 (Mw 5.4, Parma), dell'11 giugno 1438 (Mw 5.6, Parmense), del 15 luglio 1971 (Mw 5.6, Parmense), del 13 marzo 1832 (Mw 5.6, Reggiano) e dell'11 settembre 1831 (Mw 5.5, Reggiano). Infine, si può osservare una sismicità intermedia scarsa (4,5 < Mw < 5,0) in tutta la regione, inclusa una sequenza che si è verificata dalla fine del 1991 all'inizio del 1992.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

7.Conclusioni.

Inquadramento geografico.

L'area si trova nell'area sud, sud est del centro abitato di Noceto in vicinanza del toponimo Mazzera e delimitata ad est dal Canale Forcello. Le coordinate wgs84 che individuano il luogo sono latitudine nord, 44.804032, longitudine est, 10.184502, alla quota altimetrica di 72 metri sul livello del mare. I riferimenti catastali sono Noceto, F914, Foglio 42, Particella 12.

Vincoli.

L'area oggetto di studio è al di fuori dei vincoli del PGRA regionale, non è soggetta a fenomeni esondativi.

Inquadramento geologico.

L'unità geologica di riferimento è l'AES8a, unità di Modena, costituita da sabbie prevalenti con livelli e lenti di ghiaia ricoperte con una coltre limosa-argillosa discontinua, identificabili con depositi intrevallivi, terrazzati, di conoide alluvionale e canale fluviale. Nella nostra situazione di tratta di un deposito di canale fluviale. La CTR5 di riferimento è la 181150.

Inquadramento geomorfologico.

Si nota, esaminando sia il profilo N-S, che E-W, che l'area è quella tipica di una valle fluviale, in depressione. Si raccomanda di allontanare le acque piovane per evitare ristagli di acque piovane. C'è da segnalare che il terreno dimostra una buona permeabilità essendo la copertura coesiva più limosa che argillosa, con ghiaia posta ad una profondità compresa tra i 2,60 ed i 2,80 metri da piano di campagna.
I suoli BELLARIA, tipici dell'area, sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura da media a moderatamente fine. E' presente ghiaia non alterata a partire da due metri circa di profondità. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura da media a grossolana.

Inquadramento climatico ed idrogeologico.

Il clima di Noceto (PR) presenta una temperatura media annuale di 13,8°C assieme ad una piovosità di 822,6 mm. Il clima è di tipo Cfa, con una piovosità annua diffusa, assimilabile ad un clima padano più affine alle aree pedemontane. Il mese più freddo è gennaio, quello

più caldo luglio. Le piogge sono copiose nei periodi autunnali in primis, seguiti da quelli primaverili. Il minimo pluviometrico si ha a luglio. Il bacino idrografico principale è quello del Fiume Taro, con la presenza nell'area del Canale Forcello, posto nelle vicinanze. La falda acquifera si attesta ad una profondità media di 14 metri da piano di campagna.

Notizie storiche sulla sismicità.

L'abitato di Noceto si trova nella sorgente sismogenetica Busseto-Cavriago: questa Sorgente rappresenta l'arco attivo in cui la spinta alpina meridionale e gli Appennini si avvicinano e potrebbe spiegare la sismicità intermedia o dannosa della regione. In particolare, i terremoti del 1831 e del 1832 sono interessanti molto vicini sia nello spazio che nel tempo, poiché non è raro osservare nella storia sismica dell'Italia e nei suoi complessi schemi riguardanti possibili interazioni tra faglie. Questi due eventi potrebbero essere stati causati da due segmenti adiacenti (fino ad oggi sconosciuti) di questa Sorgente, anche se ciò potrebbe essere influenzato dalla confluenza con la spinta esterna di Romagna a sud-est. Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano numerosi terremoti dannosi in tutta l'area; da nord-ovest a sud-est, sono: i terremoti del 5 novembre 1738 (Mw 5.4, Parma), dell'11 giugno 1438 (Mw 5.6, Parmense), del 15 luglio 1971 (Mw 5.6, Parmense), del 13 marzo 1832 (Mw 5.6, Reggiano) e dell'11 settembre 1831 (Mw 5.5, Reggiano). Infine, si può osservare una sismicità intermedia scarsa (4,5 < Mw < 5,0) in tutta la regione, inclusa una sequenza che si è verificata dalla fine del 1991 all'inizio del 1992.

Nel rispetto delle indicazioni riportate, si esprime parere favorevole da un punto di vista geologico.

Parma, 08 Maggio 2026

Il Geologo.

Dr. Geol. Fabio Bussetti

COMUNE DI NOCETO
(Provincia di Parma)
Regione Emilia-Romagna

REALIZZAZIONE DI NUOVO CAMPO DA CALCIO CON ANNESSI SPOGLIATOI E TRIBUNE

RELAZIONE GEOTECNICA.

Committente

Parma Calcio 1913 s.r.l.
Borgo XX Marzo 4
43121 Parma (PR)

Tecnico:
Dr. Geol. Fabio Bussetti
Via G.Guareschi 8,
43123 Parma (PR)
Ordine Geologi Emilia Romagna
Sez. A, N. 1262

Ubicazione:
Via Alberto Sordi s.n.c.
43015 Noceto (PR)
Coordinate wgs84 (44.804032N, 10.184502E)

Data, 08 Maggio 2026

Il Geologo

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

INDICE

1. ***Normative di Riferimento ed inquadramento Geografico.….pag.3***
2. ***Inquadramento geotecnico……..pag.4***
3. ***Caratterizzazione geognostica ……...pag.13***
4. ***Report tecnico sismica……...pag.16***
5. ***Risposta sismica locale……...pag.19***
6. ***Verifica della liquefazione……..pag.38***
7. ***Conclusioni…….pag.38***

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

1.Normative di Riferimento ed Inquadramento Geografico.

Norme di riferimento.

- Norme Tecnico Costruttive 2018 – NTC2018
- OPCM 3274
- L.R. Emilia-Romagna 30 Ottobre 2018 n.19
- PUG Comune di Noceto
- PSC Comune di Noceto
- Testo Unico Ambiente 152/06.

Inquadramento geografico.

Si redige la presente relazione geotecnica su incarico dell'ingegnere Giovanni Nesti per verificare l'idoneità geologica della presente area all'edificazione di un campo di calcio con annessa Tribuna e Spogliatoio ed opere accessorie. L'area si trova nell'area sud, sud est del centro abitato di Noceto in vicinanza del toponimo Mazzera e delimitata ad est dal Canale Forcello. Le coordinate wgs84 che individuano il luogo sono latitudine nord, 44.804032, longitudine est, 10.184502, alla quota altimetrica di 72 metri sul livello del mare. I riferimenti catastali sono Noceto, F914, Foglio 42, Particella 12.

Figura 1. Ubicazione rispetto alla carta catastale.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

2.Inquadramento geotecnico.

In accordo con Committenza e Direzione dei Lavori si sono eseguite per caratterizzare e mappare l'area oggetto d'indagine con n.6 prove penetrometriche statiche, denominate CPT1, CPT2, CPT3, CPT4, CPT5, CPT6, con la n.1,2,4,5 per il campo da calcio, mentre la 3 e la 6, rispettivamente, per gli spogliatoi e la tribuna.

Figura 2. Ubicazione delle prove penetrometriche statiche.

Si utilizza come riferimento per un'analisi stratigrafica più profonda il pozzo P698, ubicato alle seguenti coordinate wgs84 (44.806100N,10.178675E), alla quota di 77 metri sul livello del mare, 5 metri sopra quella della futura struttura sportiva. La falda si stima a 14 metri sul livello del mare.

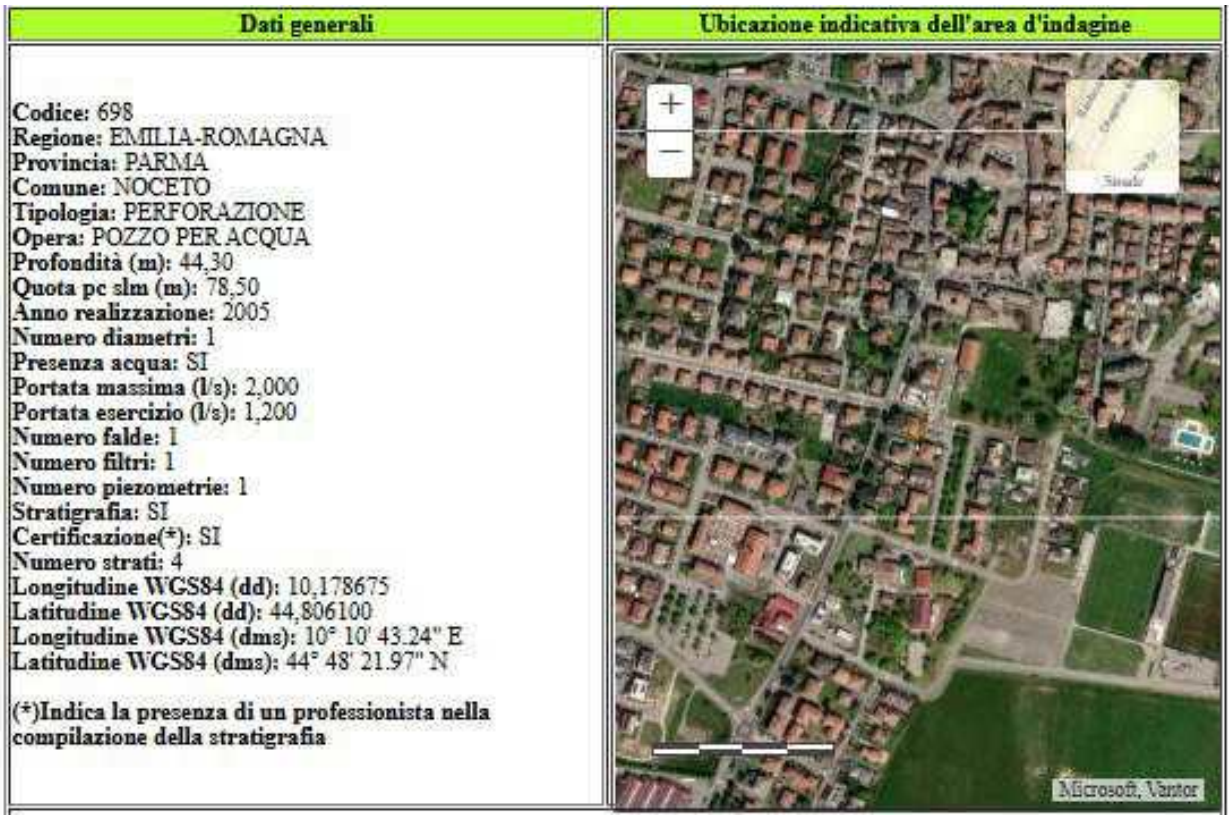


Figura 3. Sondaggio P698.

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CPT1 (44.804144N,10.185097E)

Profondità (m)	Lettura punta (kg/cm2)	Lettura laterale (kg/cm2)	qc (kg/cm2)	fs (kg/cm2)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	23.00	0.00	23.0	1.07	21.56	4.6
0.40	16.00	32.00	16.0	1.33	12.00	8.3
0.60	15.00	35.00	15.0	1.33	11.25	8.9
0.80	13.00	33.00	13.0	1.20	10.83	9.2
1.00	15.00	33.00	15.0	1.40	10.71	9.3
1.20	19.00	40.00	19.0	1.33	14.25	7.0
1.40	22.00	42.00	22.0	1.67	13.20	7.6
1.60	24.00	49.00	24.0	1.47	16.36	6.1
1.80	14.00	36.00	14.0	1.07	13.12	7.6
2.00	14.00	30.00	14.0	0.87	16.15	6.2
2.20	13.00	26.00	13.0	0.47	27.86	3.6
2.40	20.00	27.00	20.0	0.80	25.00	4.0
2.60	43.00	55.00	43.0	1.33	32.25	3.1
2.80	287.00	307.00	287.0	2.20	130.45	0.8
3.00	404.00	437.00	404.0	1.00	404.00	0.2
3.20	500.00	515.00	500.0	1.00	500.00	0.2
3.40	505.00	520.00	505.0	0.00		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm2)	fs Media (kg/cm2)	Peso unità di volume Medio (t/m2)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	16.4	1.27	0.8	Coesivo	Argilla torbosa
2.60	21.125	1.13	0.0	Coesivo	Argilla
3.40	424.0	1.05	0.0	Incoerente	Ghiaia

Si riscontra una copertura coesiva nei primi 2,60 metri per poi passare ad una litologia compattamente inertosa e ghiaiosa.

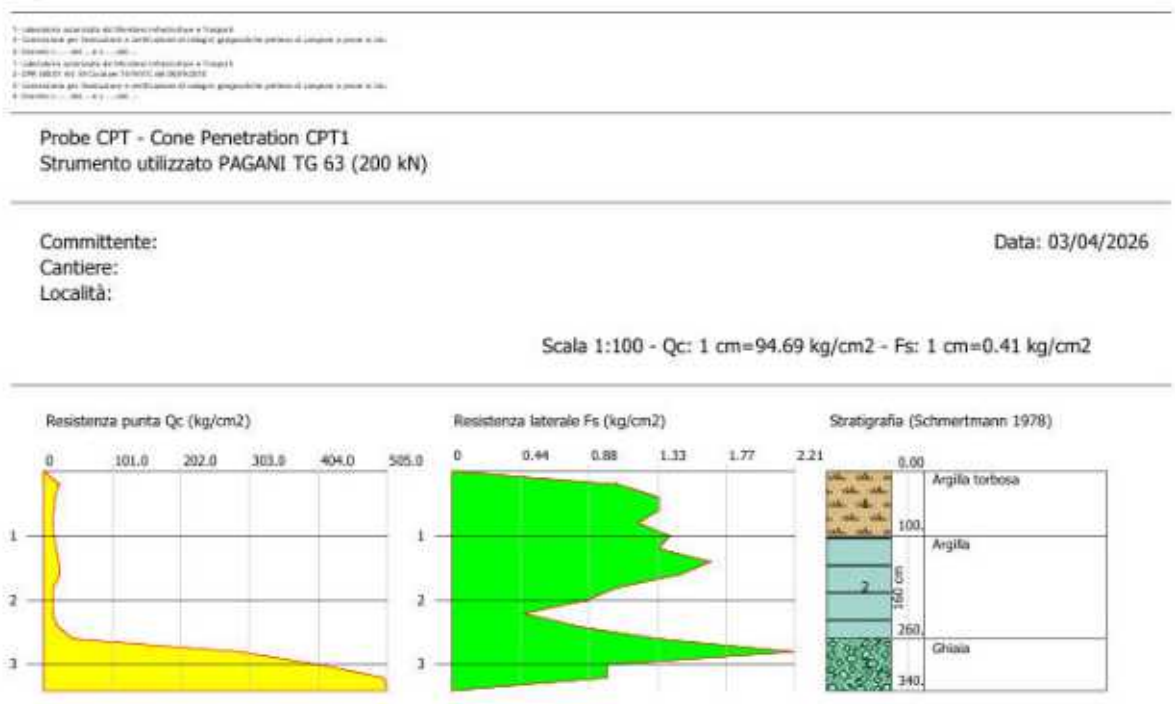


Figura 4. Stratigrafia CPT1.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CPT2 (44.804435N,10.184311E).

Profondità (m)	Lettura punta (kg/cm2)	Lettura laterale (kg/cm2)	qc (kg/cm2)	fs (kg/cm2)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	12.00	0.00	12.0	0.27	45.00	2.2
0.40	22.00	26.00	22.0	0.67	33.00	3.0
0.60	22.00	32.00	22.0	1.47	15.00	6.7
0.80	25.00	47.00	25.0	1.93	12.93	7.7
1.00	21.00	50.00	21.0	2.13	9.84	10.2
1.20	18.00	50.00	18.0	1.67	10.80	9.3
1.40	20.00	45.00	20.0	1.73	11.54	8.7
1.60	16.00	42.00	16.0	1.40	11.43	8.7
1.80	19.00	40.00	19.0	1.20	15.83	6.3
2.00	24.00	42.00	24.0	1.33	18.00	5.6
2.20	20.00	40.00	20.0	1.40	14.29	7.0
2.40	26.00	47.00	26.0	1.80	14.44	6.9
2.60	215.00	242.00	215.0	0.13	1612.50	0.1
2.80	411.00	413.00	411.0	0.33	1233.00	0.1
3.00	450.00	455.00	450.0	1.00	450.00	0.2
3.20	505.00	520.00	505.0	0.47	1082.14	0.1
3.40	510.00	517.00	510.0	0.00		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm2)	fs Media (kg/cm2)	Peso unità di volume Medio (t/m2)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	20.4	1.29	0.8	Coesivo	ARGILLA TORBOSA
2.40	20.429	1.50	0.0	Coesivo	ARGILLA
3.40	418.2	0.39	0.0	Incoerente	SABBIA E GHIAIA

Si riscontra analogie con la prova CPT1, con il passaggio alla parte granulare a 2,60 metri da piano di campagna.

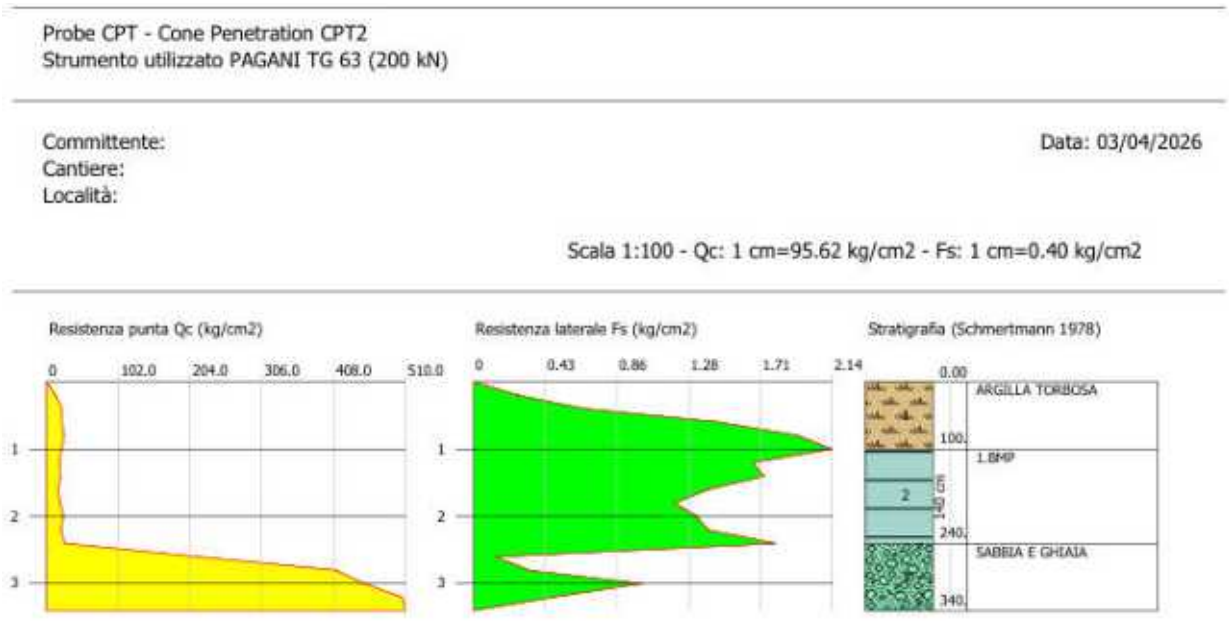


Figura 5. Stratigrafia CPT2.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CPT3 (44.804641N,10.185713E)

Profondità (m)	Lettura punta (kg/cm2)	Lettura laterale (kg/cm2)	qc (kg/cm2)	fs (kg/cm2)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	14.00	0.00	14.0	0.27	52.50	1.9
0.40	13.00	17.00	13.0	0.73	17.73	5.6
0.60	14.00	25.00	14.0	1.13	12.35	8.1
0.80	13.00	30.00	13.0	1.33	9.75	10.3
1.00	13.00	33.00	13.0	1.33	9.75	10.3
1.20	17.00	37.00	17.0	1.53	11.09	9.0
1.40	19.00	42.00	19.0	1.60	11.87	8.4
1.60	25.00	49.00	25.0	2.00	12.50	8.0
1.80	22.00	52.00	22.0	1.93	11.38	8.8
2.00	17.00	46.00	17.0	1.33	12.75	7.8
2.20	40.00	60.00	40.0	0.13	300.00	0.3
2.40	63.00	65.00	63.0	1.07	59.06	1.7
2.60	55.00	71.00	55.0	0.87	63.46	1.6
2.80	247.00	260.00	247.0	1.87	132.32	0.8
3.00	351.00	379.00	351.0	1.40	250.71	0.4
3.20	470.00	491.00	470.0	0.47	1007.14	0.1
3.40	510.00	517.00	510.0	0.00		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm2)	fs Media (kg/cm2)	Peso unità di volume Medio (t/m2)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	13.4	0.96	1.2	Coesivo	ARGILLE TORBOSE
2.00	20.0	1.68	0.0	Coesivo	ARGILLA
2.60	52.667	0.69	0.0	Incoerente	SABBIE
3.20	356.0	1.24	0.0	Incoerente	GHIAIA

Si riscontra nella presente prova un passaggio più graduale alla litologia ghiaiosa, con uno spessore intermedio di 0,60 m di sabbia di natura sicuramente limosa.

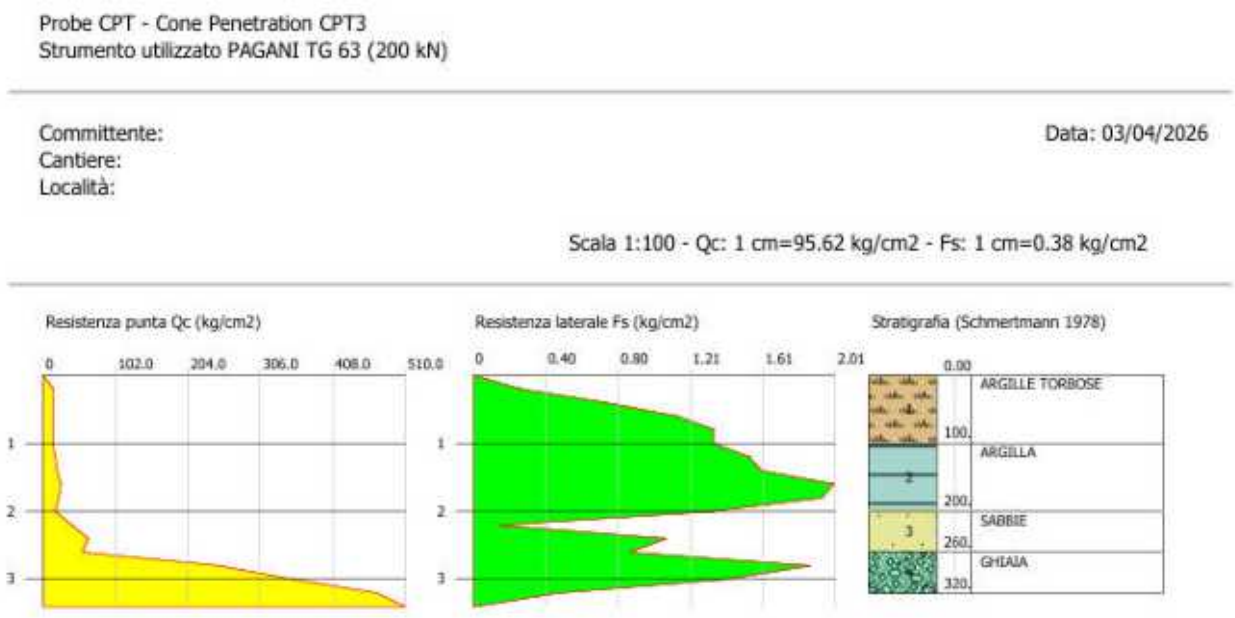


Figura 6. Stratigrafia CPT3.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CPT4 (44.803350N,10.184750E)

Profondità (m)	Lettura punta (kg/cm2)	Lettura laterale (kg/cm2)	qc (kg/cm2)	fs (kg/cm2)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	15.00	0.00	15.0	0.40	37.50	2.7
0.40	21.00	27.00	21.0	1.13	18.53	5.4
0.60	19.00	36.00	19.0	1.53	12.39	8.1
0.80	14.00	37.00	14.0	1.67	8.40	11.9
1.00	14.00	39.00	14.0	1.33	10.50	9.5
1.20	17.00	37.00	17.0	1.47	11.59	8.6
1.40	21.00	43.00	21.0	1.40	15.00	6.7
1.60	24.00	45.00	24.0	1.73	13.85	7.2
1.80	16.00	42.00	16.0	1.47	10.91	9.2
2.00	18.00	40.00	18.0	0.80	22.50	4.4
2.20	16.00	28.00	16.0	1.00	16.00	6.3
2.40	17.00	32.00	17.0	0.67	25.50	3.9
2.60	12.00	22.00	12.0	2.07	5.81	17.2
2.80	300.00	331.00	300.0	1.27	236.84	0.4
3.00	367.00	386.00	367.0	1.67	220.20	0.5
3.20	420.00	445.00	420.0	1.00	420.00	0.2
3.40	500.00	515.00	500.0	0.00		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm2)	fs Media (kg/cm2)	Peso unità di volume Medio (t/m2)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	16.6	1.21	0.8	Coesivo	ARGILLE TORBOSE
2.60	17.625	1.33	0.0	Coesivo	ARGILLE
3.40	396.75	0.98	0.0	Incoerente	GHIAIA

Si riscontra nella prova CPT4 un passaggio da terreno coesivo e granulare alla profondità di 2,60 metri rispetto al piano di campagna.

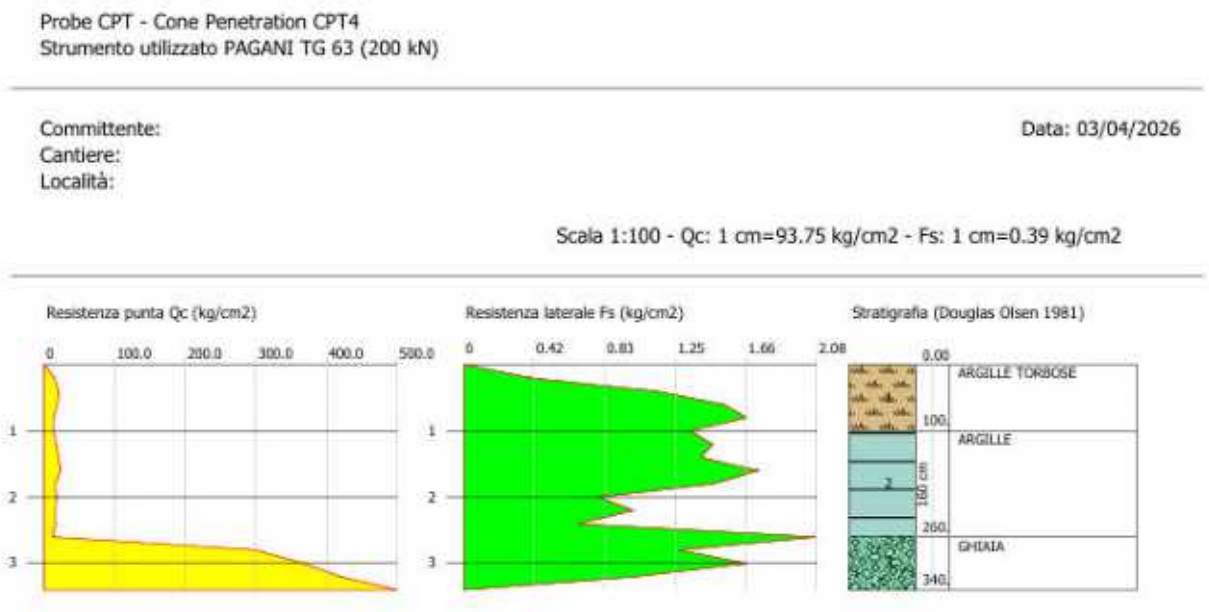


Figura 7. Stratigrafia CPT4.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CPT5 (44.803491N,10.183877E)

Profondità (m)	Lettura punta (kg/cm2)	Lettura laterale (kg/cm2)	qc (kg/cm2)	fs (kg/cm2)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	25.00	0.00	25.0	1.00	25.00	4.0
0.40	23.00	38.00	23.0	1.53	15.00	6.7
0.60	24.00	47.00	24.0	2.00	12.00	8.3
0.80	20.00	50.00	20.0	2.40	8.33	12.0
1.00	21.00	57.00	21.0	2.47	8.51	11.7
1.20	22.00	59.00	22.0	2.07	10.65	9.4
1.40	19.00	50.00	19.0	1.93	9.83	10.2
1.60	18.00	47.00	18.0	1.07	16.87	5.9
1.80	16.00	32.00	16.0	1.00	16.00	6.3
2.00	12.00	27.00	12.0	0.67	18.00	5.6
2.20	305.00	315.00	305.0	1.60	190.62	0.5
2.40	415.00	439.00	415.0	2.00	207.50	0.5
2.60	470.00	500.00	470.0	0.67	705.00	0.1
2.80	505.00	515.00	505.0	0.73	688.64	0.1
3.00	509.00	520.00	509.0	1.33	381.75	0.3
3.20	550.00	570.00	550.0	0.67	825.00	0.1
3.40	580.00	590.00	580.0	0.00		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm2)	fs Media (kg/cm2)	Peso unità di volume Medio (t/m2)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	22.6	1.88	2.0	Coesivo	ARGILLA TORBOSA
2.00	17.4	1.35	2.0	Coesivo	ARGILLA
3.40	476.286	1.00	2.0	Incoerente	GHIAIA

Nella prova CPT4 si riscontra un passaggio alla parte granulare ad una quota più alta, a circa 2,00 metri da piano di campagna.

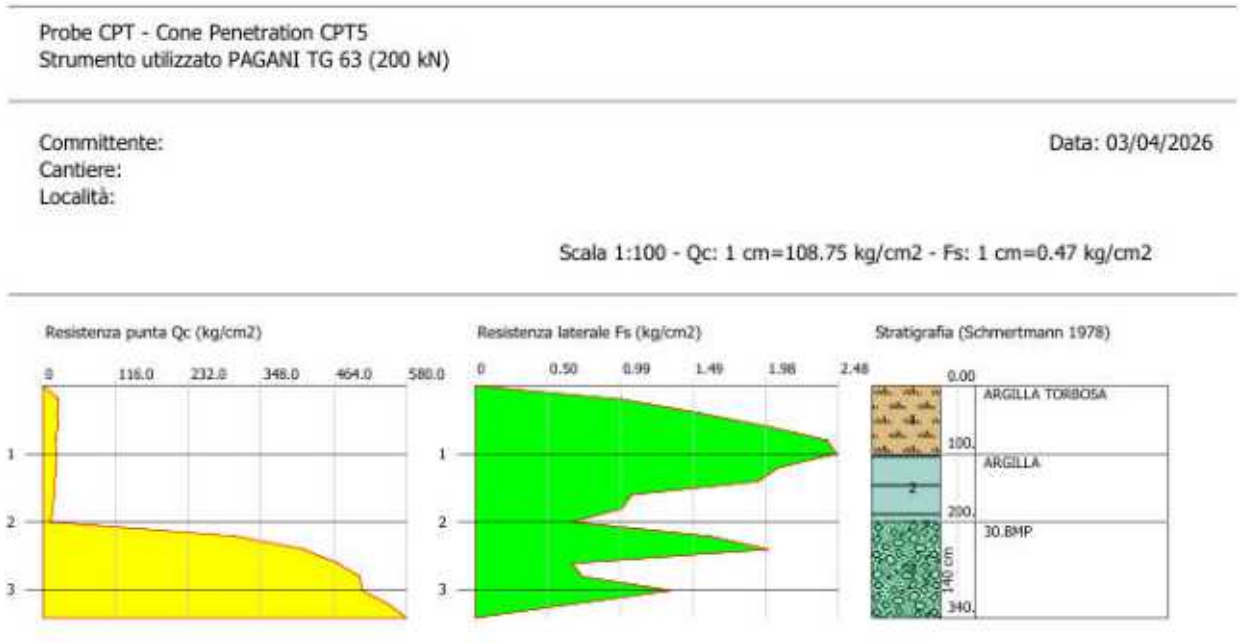


Figura 8. Stratigrafia CPT5.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CPT6 (44.803497N,10.183997E)

Profondità (m)	Lettura punta (kg/cm2)	Lettura laterale (kg/cm2)	qc (kg/cm2)	fs (kg/cm2)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	23.00	0.00	23.0	0.53	43.12	2.3
0.40	20.00	28.00	20.0	1.40	14.29	7.0
0.60	16.00	37.00	16.0	1.47	10.91	9.2
0.80	14.00	36.00	14.0	1.40	10.00	10.0
1.00	15.00	36.00	15.0	1.53	9.78	10.2
1.20	23.00	46.00	23.0	1.47	15.68	6.4
1.40	26.00	48.00	26.0	2.07	12.58	7.9
1.60	19.00	50.00	19.0	1.53	12.39	8.1
1.80	17.00	40.00	17.0	1.33	12.75	7.8
2.00	16.00	36.00	16.0	1.33	12.00	8.3
2.20	19.00	39.00	19.0	0.67	28.50	3.5
2.40	205.00	215.00	205.0	1.00	205.00	0.5
2.60	302.00	317.00	302.0	0.20	1510.00	0.1
2.80	370.00	373.00	370.0	0.40	925.00	0.1
3.00	405.00	411.00	405.0	0.67	607.50	0.2
3.20	470.00	480.00	470.0	0.67	705.00	0.1
3.40	550.00	560.00	550.0	0.00		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm2)	fs Media (kg/cm2)	Peso unità di volume Medio (t/m2)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1.00	17.6	1.27	0.8	Coesivo	ARGILL torbosa
2.20	20.0	1.40	0.0	Coesivo	argilla
3.40	383.667	0.49	0.0	Incoerente	ghiaia

Nella prova CPT6 si riscontra, come nella prova CPT5, un passaggio ad una quota più alta verso la litologia granulare, a circa 2,20 metri da piano di campagna.

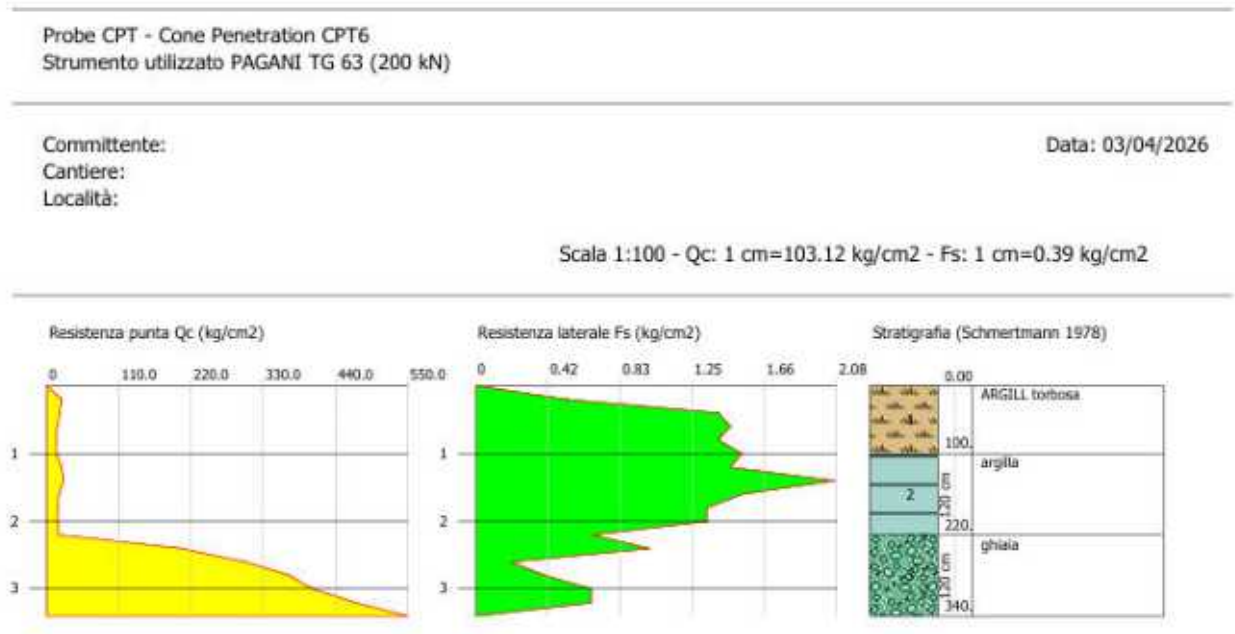


Figura 9. Stratigrafia CPT6.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

SONDAGGIO P698.

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	44,30	44,30	170

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	36,00	44,30	8,30

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	36,00	44,30	8,30	125

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/2005	20,10	21,00	0,90	1,200

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	6,20	6,20	QUATERNARIO (PLEISTOCENE	ARGILLA LIMOSA, DI COLORE MARRONE BRUNO, LEGGERMENTE SABBIOSA
2	6,20	7,80	1,60	QUATERNARIO (PLEISTOCENE	GHIAIA ETEROMETRICA POLIGENICA IN MATRICE ARGILLOSO-LIMOSA
3	7,80	14,50	6,70	QUATERNARIO (PLEISTOCENE	GHIAIA ETEROMETRICA POLIGENICA PULITA
4	14,50	44,30	29,80	QUATERNARIO (PLEISTOCENE	GHIAIA ETEROMETRICA (TALORA A CONGLOMERATI) POLIGENICA IN MATRICE ARGILLOSO-LIMOSA

Da segnalare che essendoci una differenza di 5 metri di quota rispetto al futuro campo da calcio, si riscontra una stratigrafia multistrato, con una prevalente sedimentazione ghiaiosa. Il livello della falda si suppone, rapportata alla quota a 14 metri da piano di campagna.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

3.Caratterizzazione geognostica.

Strato n.1 (0.00-1.00) m
Argilla Torbosa –Coesivo - No Falda.

Spessore	s	1.0	m
Coesione non drenata	Cu	102	Kpa
Coesione	C	30	
Modulo Edometrico	Eed	6	Mpa
Modulo di Deformazione a Taglio	G	17	Mpa
Modulo Elastico o Modulo di Young	Ey	3	Mpa
Angolo d'attrito	φ	24°	
Grado di sovraconsolidazione	OCR	>9	
Peso Unità di Volume	γ	20	kN/m^3
Peso Unità di Volume saturo	γ_{sat}	21	kN/m^3

Strato n.2 (1.00-2.40) m
Argilla –Coesivo - No Falda.

Spessore	s	1.4	m
Coesione non drenata	Cu	102	Kpa
Coesione	C	30	
Modulo Edometrico	Eed	6	Mpa
Modulo di Deformazione a Taglio	G	18	Mpa
Modulo Elastico o Modulo di Young	Ey	4	Mpa
Angolo d'attrito	φ	24°	
Grado di sovraconsolidazione	OCR	>9	
Peso Unità di Volume	γ	20	kN/m^3
Peso Unità di Volume saturo	γ_{sat}	21	kN/m^3

Strato n.3 (2.40-7.80) m
Ghiaia con matrice argillosa– Incoerente– No Falda

Spessore	s	5.4	m
Densità Relativa	Dr	95%	
Modulo Edometrico	Eed	57	Mpa
Modulo di Deformazione a Taglio	G	106	Mpa
Modulo Elastico o Modulo di Young	Ey	153	Mpa
Angolo d'attrito	φ	40°	
Grado di sovraconsolidazione	OCR	>9	
Peso Unità di Volume	γ	19	kN/m^3
Peso Unità di Volume saturo	γ_{sat}	22	kN/m^3

Strato n.4 (7.80-20.00)
Ghiaia– Incoerente– Falda a 14 metri da piano di campagna

Spessore	s	12.2	m
Densità Relativa	Dr	100%	
Modulo Edometrico	Eed	65	Mpa
Modulo di Deformazione a Taglio	G	112	Mpa
Modulo Elastico o Modulo di Young	Ey	170	Mpa
Angolo d'attrito	φ	45°	
Grado di sovraconsolidazione	OCR	>9	
Peso Unità di Volume	γ	19	kN/m^3
Peso Unità di Volume saturo	γ_{sat}	22	kN/m^3

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3
Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 1440.0 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd] 626.09 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)
Costante di Winkler 57599.89 kN/m³

CEDIMENTI PER OGNI STRATO
***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto 0.0 kN/m²
Cedimento dopo T anni 7.0
Distanza 0.00 m
Angolo 0.00 °
Cedimento totale 0.237 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws:Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m²)	Dp (kN/m²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	1.7	34	0	Edometrico	0	0.24	0.24
3	5.1	99.3	0	Edometrico	0	--	0
4	13.9	266.5	0	Edometrico	0	--	0

Si riscontra un terreno con caratteristiche favorevole, al di sotto del primo metro di profondità, per la posso di platee sia per gli spogliatoi che tribune. Vista la presenza significativa di ghiaia, legata alla sedimentazione del Fiume Taro, si riscontrano dei cedimenti molto limitati. La falda acquifera si trova a 14 metri da piano di campagna.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

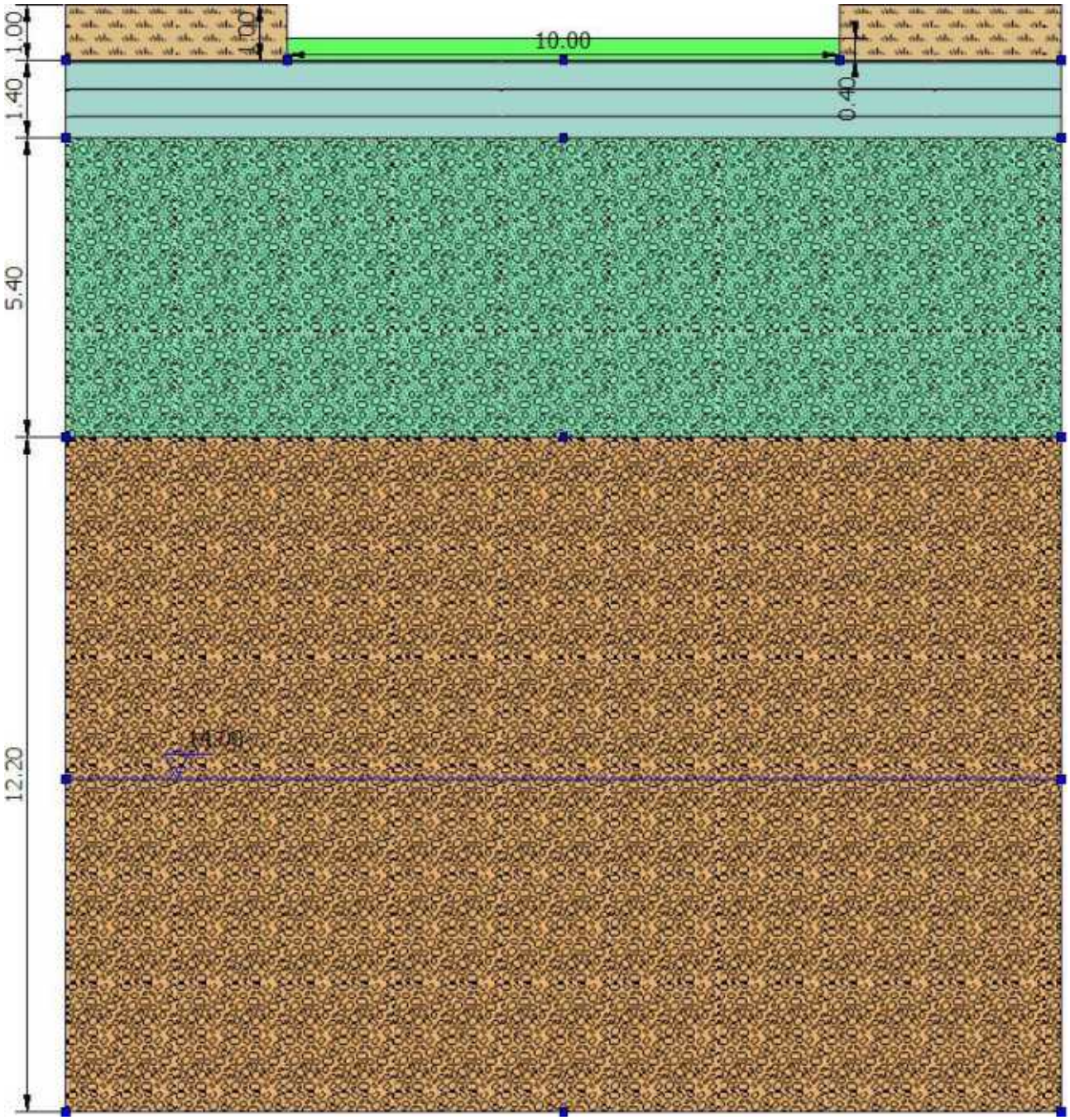


Figura 10. Stratigrafia dell'area.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

4. Report Tecnico Sismico.

LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

INDIRIZZO: Via Sordi
COMUNE: Noceto (PR)
DATA ACQUISIZIONE: 02 04 2026
ORA: 10.40

Subsurface model
Vs (m/s): 105 145 230 290 405 670 535 560 650 755 850 2400
Thickness (m): 0.2 0.9 1.3 1.8 4.4 6.4 8.0 8.0 34.0 89.0 180.0
Density (gr/cm3) (approximate values): 1.66 1.75 1.88 1.94 2.03 2.17 2.11 2.12 2.16 2.20 2.23 2.52
Seismic/Dynamic Shear mod.(MPa)(appr. val): 18 37 99 163 333 973 603 664 912 1254 1612 14494
Poisson: 0.37 0.23 0.24 0.36 0.41 0.39 0.47 0.33 0.40 0.24 0.17 0.18

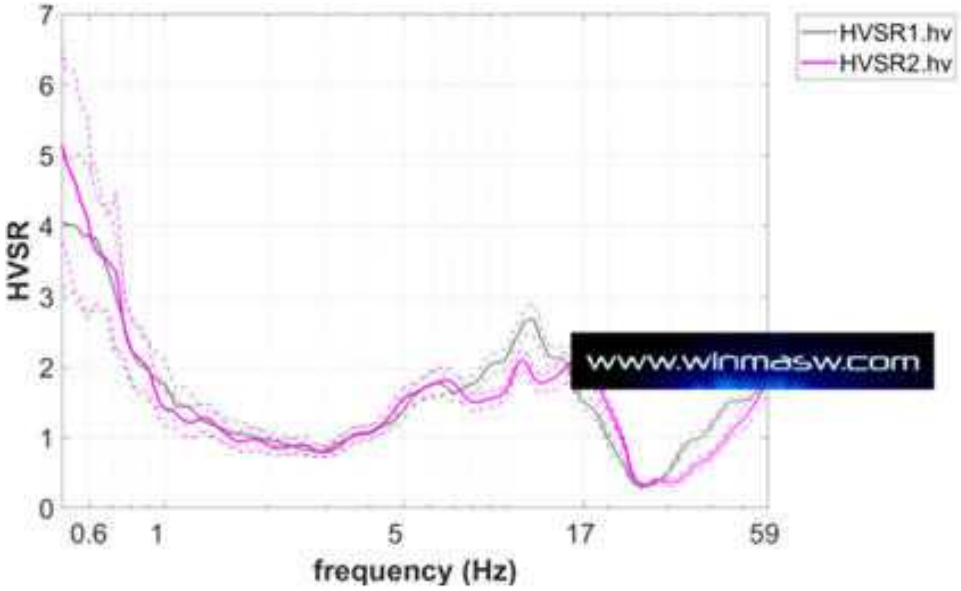
Vs, eq = Vs30 (m/s): 442
CATEGORIA B

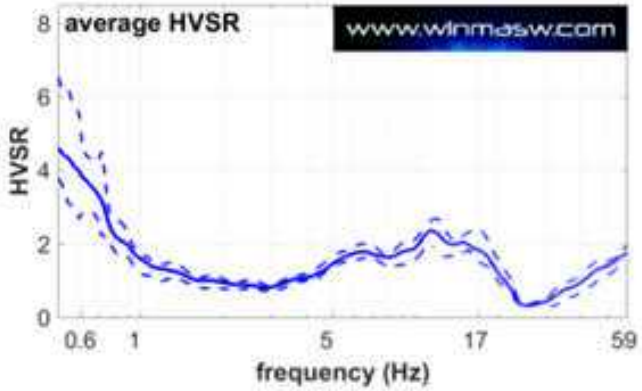
- Vs, eq = Vs30 (m/s): 442 CATEGORIA B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

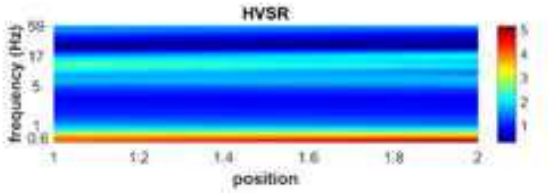
- Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz: F0 → 0,5-1 Hz F1 → 10-12 Hz

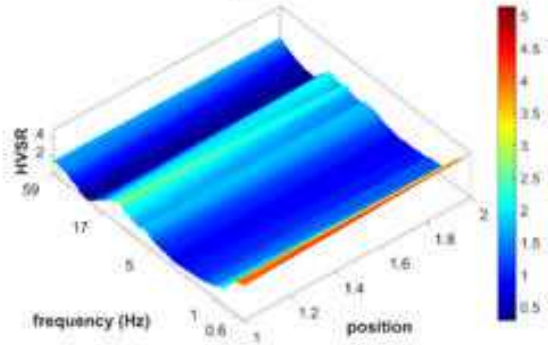
FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

HVSR medio





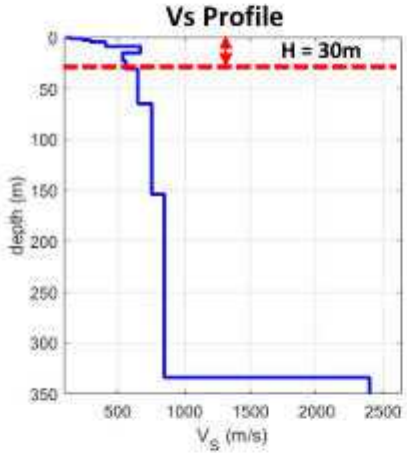


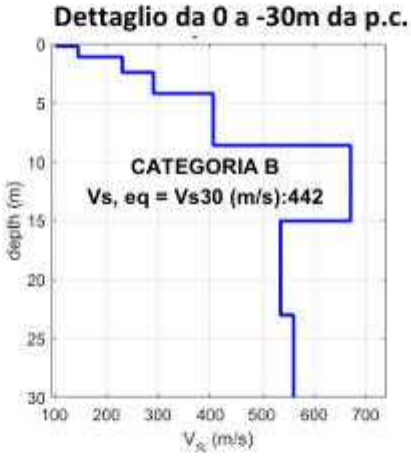


FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0.2	105
2	0.2	0.9	145
3	1.1	1.3	230
4	2.4	1.8	290
5	4.2	4.4	405
6	8.6	6.4	670
7	15.0	8.0	535
8	23.0	8.0	560
9	31.0	34.0	650
10	65.0	89.0	755
11	154.0	180.0	850
12	334.0	Inf.	2400





B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = Vs30 per i primi 3,0 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	442	B
-0,5m	463	B
-1m	482	B
-1,5m	496	B
-2,0m	507	B
-2,5m	519	B

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

5.Risposta sismica locale.

Sismicità Comune di Noceto (PR).

La sismicità storica del Comune di **Noceto** è stata estrapolata dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, Locati et al., 2016), redatto nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici", in cui sono stati classificati e catalogati 122701 dati di intensità per 3212 terremoti. I dati derivano da 185 tra studi, database, rapporti e bollettini pubblicati fino al 2016. Il numero di terremoti supportati da dati di intensità è quasi raddoppiato rispetto alla precedente versione (DBMI15 - da 1681 a 3212, pari rispettivamente al 53% e al 70% dei terremoti in catalogo) che fanno parte del "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15).

La sismicità del territorio comunale di **Noceto** è riassunta graficamente nel diagramma di Fig. 1. Nella tabella di riferimento sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Oltre alla stessa intensità al sito (Is), sono indicati l'anno, il mese, il giorno e l'ora in cui si è verificato, il numero dei dati puntuali d'intensità disponibili (Np), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la Magnitudo momento (Mw).

Secondo la zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale redatta da INGV, il Comune di **Noceto** ricade a ridosso della:

- **Zona Sismogenetica 913**", dove la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po), caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, che si verificano a profondità comprese tra **12 e 20 km**.

Consultando il sito dell'INGV (**http://esse1-gis.mi.ingv.it**) si può accedere ad un sistema che consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°.
Le mappe riportano due distinti parametri dello scuotimento:

- **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo);
- **Se(T)** (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T, in accelerazione).

Relativamente al Comune di **Noceto** tali mappe (Fig. 2) riportano valori congruenti con quelli di cui all'Allegato A4 della D.A.L. Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2.5.2007, che attribuisce al Comune di **Noceto** un valore di accelerazione di picco al suolo (cioè per T = 0, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g a_{refg}, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) di **0.152 g**.

Dalla carta si evince che il territorio del Comune di **Noceto** ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a max) pari a **0.150÷0.175 g**.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

Azioni sismiche di progetto.

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, si assume:

Classe d'uso: III;

Coefficiente d'uso Cu: 1,5;

Vita nominale dell'opera Vn:≥ 50 anni;

quindi, periodo di riferimento **Vr: ≥ 75 anni**

Il tempo di ritorno (T_R) viene determinato introducendo nell'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

il periodo di riferimento della costruzione V_R (definito sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto) e la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}.

Il **Periodo di riferimento** della costruzione è dato da:

Vr = Vn x Cu = 50 X1,5 =75anni

- Vita nominale dell'Opera (Vn):

  La "Vita nominale" viene stimata in base al Tipo d'opera

  nel caso in esame si è considerata Vn ≥ **50 anni** per "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*" (come definito dalla Tab. 2.4.I del D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) .

- Coefficiente d'uso (Cu):

  Il Coefficiente d'uso viene stimato in base alla Classe d'uso;

  Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

  Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

  Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

  Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

  Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La classe d'uso è la III con un coefficiente d'uso C_U=1,5.

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto riguarda le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, sono stati assunti i valori indicati nell' "Aggiornamento delle N.T.C. 2018" (Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1):

Tab. 3.2.I – *Probabilità di superamento* P_{V_R} *in funzione dello stato limite considerato*

Stati Limite		P_{V_R}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni *ag* e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

- 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.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2475 anni.

Il sito in esame, non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g, F_0, e T_C^*(Tabella 1) sono stati determinati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

Tabella 1 - Valori dei parametri a_g, F_0, T_C^* per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite e coefficienti sismici determinati per il sito in esame (Lat. e Long. In Coordinate WGS84 e ED50).

Parametri sismici introdotti	
Categoria Sottosuolo	B
Categoria Topografica	T1
Periodo di riferimento	75 anni
Coeff. Cu	1,5

WGS84: Lat 44.804151 - Lng 10.184204 ED50: Lat 44.805093 - Lng 10.185229

Stati Limite		Probabilità di superamento	Tempo di ritorno T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_C^* (s)
Stati limite d'esercizio	SLO	81%	45	0,056	2,474	0,252
	SLD	63%	75	0,071	2,458	0,262
Stati limite ultimi	SLV	10%	712	0,172	2,460	0,283
	SLC	5%	1462	0,215	2,481	0,291

COEFFICIENTI SISMICI DETERMINATI				
	SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Amplificazione stratigrafica Ss	1,20	1,20	1,20	1,19
Coeff. funz. Categoria Cc	1,45	1,44	1,42	1,41
Amplificazione Topografica St	1,0	1,0	1,0	1,0
Componente Orizzontale Kh	0,014	0,017	0,049	0,071
Componente verticale Kv	0,007	0,009	0,025	0,036
Acceleraz. Max attesa in sito Amax:	0,662	0,836	2,022	2,504
Beta:	0,200	0,200	0,240	0,280

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

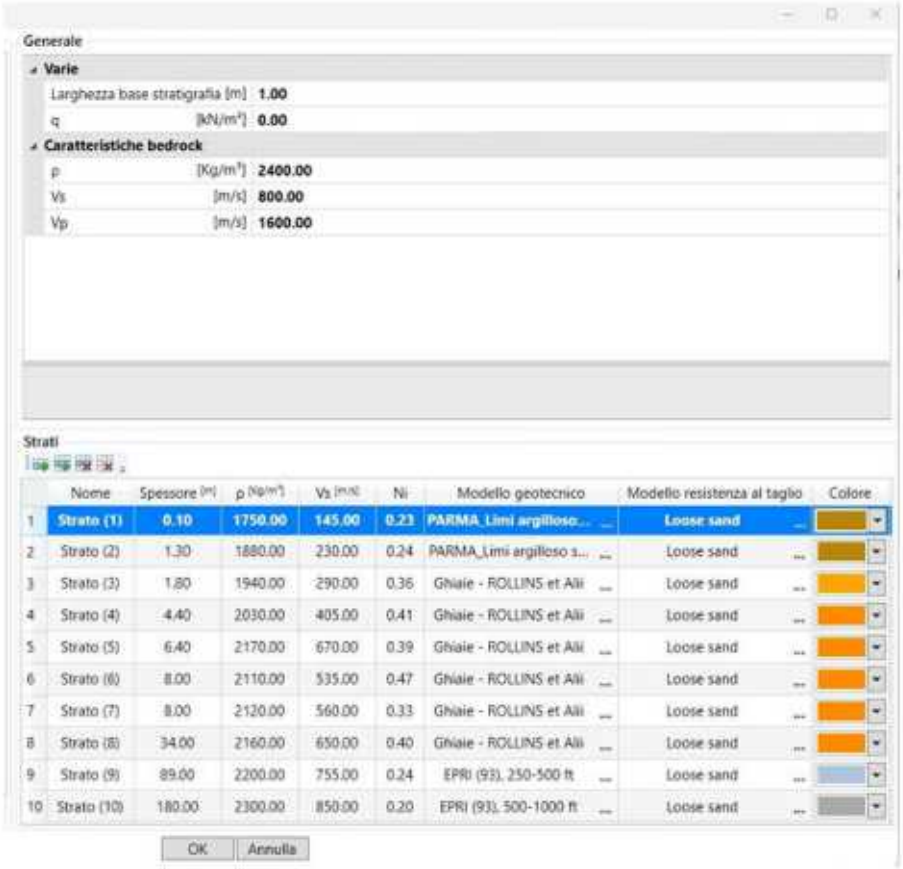
Dati di input per l'analisi di RSL: modello sismo-stratigrafico

Attraverso le prove geotecniche e sismiche eseguite in sito (vedi allegati) e all'analisi dei dati estrapolati dal database cartografico della Regione Emilia Romagna (*http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/index.htm*) relativi a pozzi e carotaggi realizzati nell' intorno dell'area d'interesse, si è ottenuto il modello sismo-stratigrafico semplificato riportato in Fig. 4, ipotizzando una **quota del piano di fondazione a -1,0m da p.c.**.

Attraverso il software di calcolo "***LSR 2D - Versione: 5.0.12***", è stata quindi calcolata la risposta dinamica monodimensionale (1D), optando per una analisi equivalente lineare (EQL), basata su un modello di propagazione lineare delle onde in cui le proprietà dinamiche del terreno, quali "Modulo di taglio G" e "Rapporto di smorzamento D", vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Pertanto, a ciascuno strato definito nel modello sismo-stratigrafico di Fig. 4, è stata associata una coppia di curve che definisce il comportamento non lineare del terreno in funzione di un aumento percentuale della deformazione di taglio:

- la curva di decadimento del Modulo di rigidezza al taglio G alle basse deformazioni espresso come rapporto G/G0 (Fig. 5a);
- la curva di variazione dello smorzamento D (Fig. 5b).



	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (1)	0.10	1750.00	145.00	0.23	PARMA_Limi argilloso...	Loose sand	
2	Strato (2)	1.30	1880.00	230.00	0.24	PARMA_Limi argilloso s...	Loose sand	
3	Strato (3)	1.80	1940.00	290.00	0.36	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
4	Strato (4)	4.40	2030.00	405.00	0.41	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
5	Strato (5)	6.40	2170.00	670.00	0.39	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
6	Strato (6)	8.00	2110.00	535.00	0.47	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
7	Strato (7)	8.00	2120.00	560.00	0.33	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
8	Strato (8)	34.00	2160.00	650.00	0.40	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
9	Strato (9)	89.00	2200.00	755.00	0.24	EPRI (93), 250-500 ft	Loose sand	
10	Strato (10)	180.00	2300.00	850.00	0.20	EPRI (93), 500-1000 ft	Loose sand	

Figura 4 - Schermate di input tratte dal software "LSR 2D", dove viene definito il modello sismo-stratigrafico del sito di interesse, ipotizzando una quota del piano di fondazione a -1,0m da p.c.; ad ogni singolo strato viene attribuito un valore rappresentativo delle Vs e del Peso di volume; inoltre ad ogni intervallo stratigrafico viene assegnata la relativa coppia di curve di decadimento del modulo di taglio G/G0 e dello smorzamento D(%).

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

1) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Definisce la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità.

Consente di valutare l'entità dell'amplificazione locale, intesa come rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.0 al bedrock (sottosuolo di categoria A) (Fig. 6).

Si rammenta che per il Comune di **Noceto** si partiva da una ag_{max} al suolo rigido pari a **0,071g**.

Gli esiti mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi input sismici assegnati: il rapporto PGA/PGA0 più cautelativo al suolo (cioè il più elevato) è ricavato dall'input:

- **IT0281xa_4** **FA pga $_{max}$ = 1,33**

mentre il valore F.A. medio definito su n.7 accelerogrammi è:

FA pga $_{medio}$ 1,24

INPUT SISMICO	PGA bedrock	Pga Superficie	F.A.
IT0090ya_1	0,071	0,0886	1,25
IT0103xa _2	0,071	0,0804	1,13
IT0103ya_3	0,071	0,0939	1,32
IT0281xa_4	0,071	0,0941	1,32
IT0536ya_5	0,071	0,0831	1,17
IT0567xa_6	0,071	0,0938	1,32
IT0932xa_7	0,071	0,0816	1,16
Media	**0,071**	**0,0879**	**1,24**

Figura 6 - P.G.A. Profile: si può notare un incremento rilevante della PGA in corrispondenza degli orizzonti più superficiali come da modello di Fig. 4 (da circa 22m di profondità fino alla quota zero, ipotizzata a -1,0m da p.c. alla base della fondazione), e in particolare si può osservare il contributo all'amplificazione dei primi 7.2m, rappresentati da orizzonti con Vs < 360 m/s o leggermente superiore ad essa.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

2) Housner Intensity - Intensità di Housner

L'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) viene definita come segue:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove PSV è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, **T** e **ξ** sono rispettivamente **il periodo** e **lo smorzamento strutturale**.

Questo parametro di severità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in esame, dal momento che la maggior parte delle strutture hanno un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra 0.1 e 2.5 secondi. Dimensionalmente l'intensità di Housner è uno spostamento (cm).

Di seguito il valore di "Intensità di Housner" viene presentato per i seguenti intervalli di riferimento:

- 0,1<SI<0,5 (Fig. 7a);
- 0,5<SI<1,0 (Fig. 7b);
- 0,5<SI<1,5 (Fig. 7c).

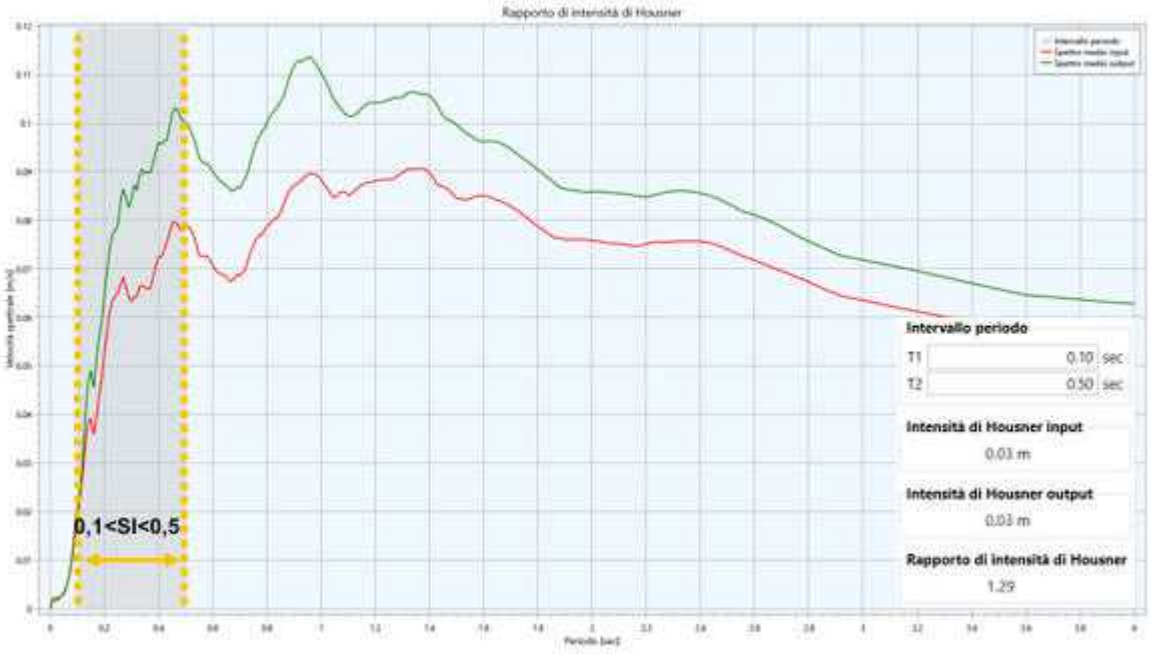


Figura 7a - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,1<SI<0,5.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

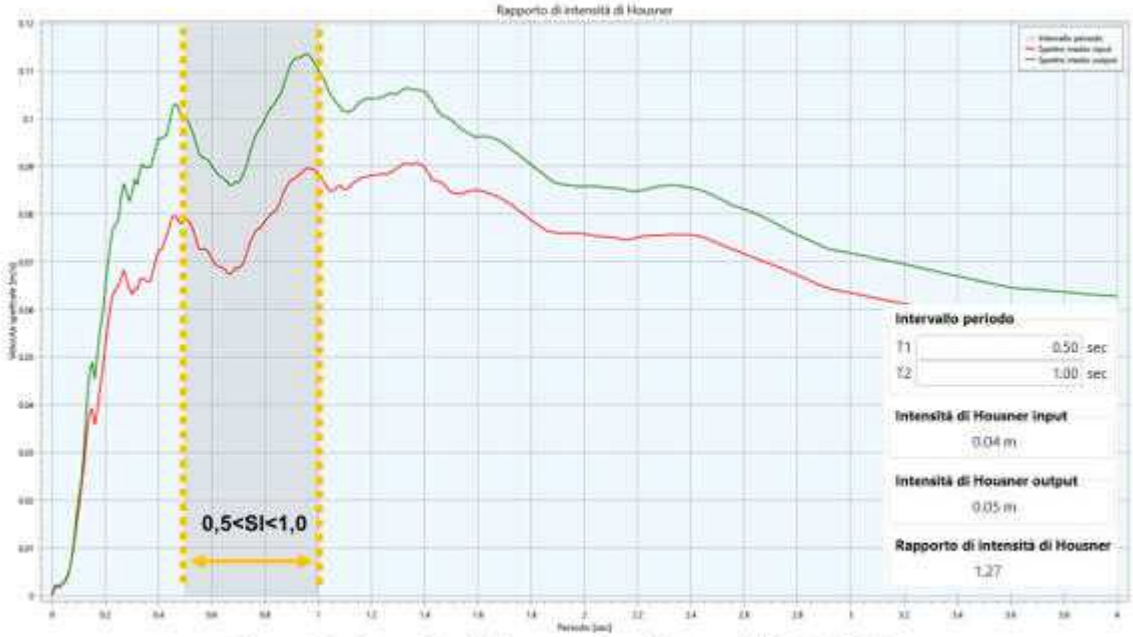


Figura 7b - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,5<SI<1,0.

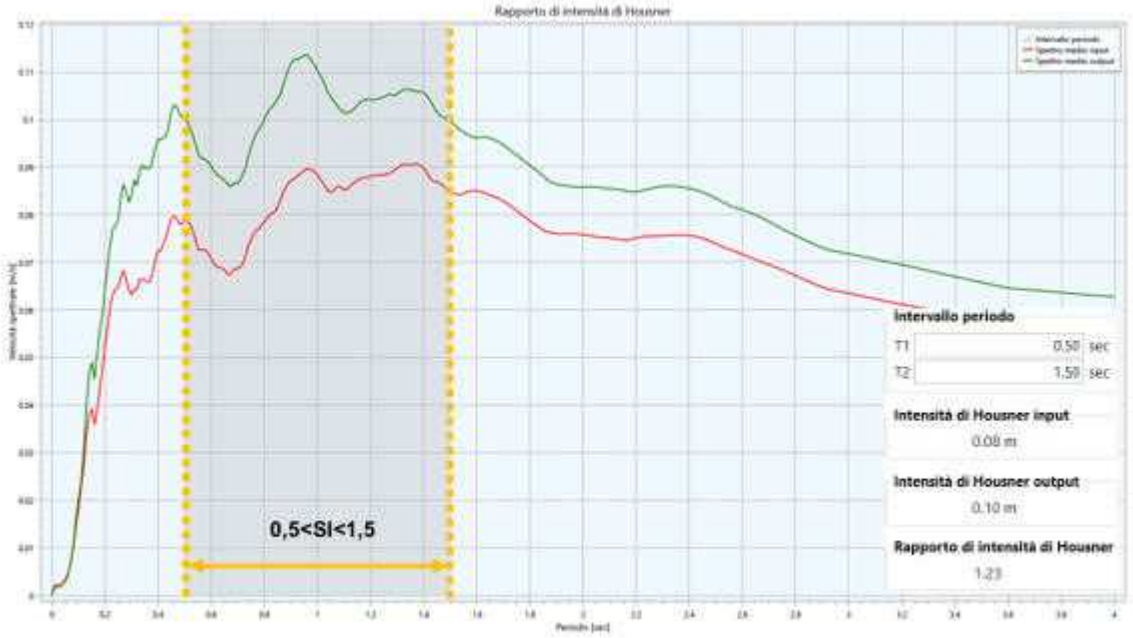


Figura 7c - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,5<SI<1,5.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

3) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Rappresenta l'elaborato fondamentale richiesto dagli strutturisti e in "LSR 2D" può essere calcolato sia in superficie che per una profondità di interesse.

Nel caso in esame (Fig. 8) è stato calcolato per gli **SLD ad una quota di -1,0m da p.c.**, con un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 5%. Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, il sito presentava un valore di **Vs30** di **442 m/s**, ed è stato classificato in "**Categoria B**". Osservando in dettaglio il grafico (Fig. 8) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare leggermente al di sotto di quello semplificato di "**Categoria B**". Lo spettro medio è stato poi parametrizzato secondo la tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della "*media*".

Resta compito dello strutturista definire il valore del periodo proprio e dello smorzamento della struttura, andando a modificare lo "spettro di progetto" in funzione del "*Fattore di struttura q*".

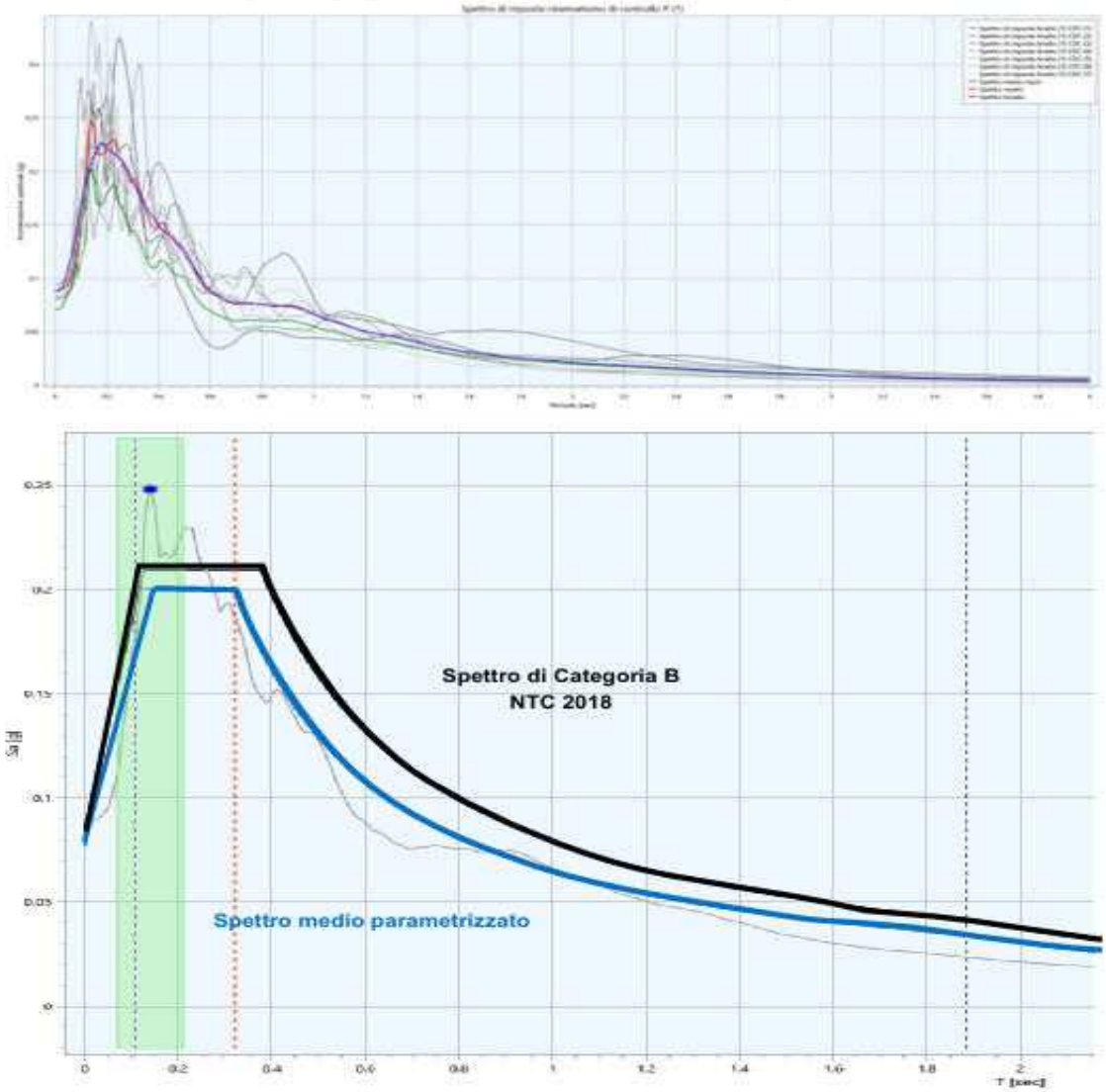


Figura 8 – Spettri di output (in alto) e relativo spettro medio di risposta elastica in superficie, calcolato per gli SLD con smorzamento del 5%: si mette a confronto lo spettro medio parametrizzato secondo normativa (linea blu) con lo spettro ricavato dall' approccio semplificato secondo NTC2018, che fa riferimento alla "Categoria di sottosuolo sismico" (CATEGORIA B) determinata sulla base delle indagini geofisiche in sito (linea nera).

In ultima analisi (Tabella 3) è quindi possibile mettere a confronto **i valori medi di F.A. calcolati nello studio di R.S.L.** (Fig. 9), con:

- **i valori di F.A. determinati nello studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° o 3° livello;**
- **i valori di F.A. ricavati con l'approccio semplificato**, seguendo quanto indicato nella **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021**, che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica", atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In particolare, per il sito di interesse, gli abachi da utilizzare sono riportati di seguito.

I parametri di input considerati sono:

→ **VsH = 325 m/s**

→ **H = 7,6 m** considerando il piano di appoggio della fondazione a -1.0 m da p.c. rispetto al modello desunto dalle indagini sismiche eseguite (vedi allegato)

MARGINE

Settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura, o la costa, caratterizzato da terreni alluvionali prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (Sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente comprese tra 50 e 100 m; questo settore è suddiviso in:

- **MARGINE di tipo A**: caratterizzato da terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di Vs media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti); H è riferito allo spessore di sedimenti fini o grossolani poco consolidati sovrastanti i sedimenti continentali più rigidi.

- **MARGINE di tipo B**: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini.

Per il sito di interesse vanno considerate le tabelle relative al **MARGINE di tipo A**.
Si considerano trascurabili gli effetti legati all'amplificazione topografica, pertanto l'entità dell'amplificazione sismica è imputabile ai soli fattori stratigrafici

.

In ultima analisi (Tabella 3) è quindi possibile mettere a confronto **i valori medi di F.A. calcolati nello studio di R.S.L.** (Fig. 9), con:

- **i valori di F.A. determinati nello studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° o 3° livello;**
- **i valori di F.A. ricavati con l'approccio semplificato**, seguendo quanto indicato nella **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021**, che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica", atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In particolare, per il sito di interesse, gli abachi da utilizzare sono riportati di seguito.

I parametri di input considerati sono:

→ **VsH = 325 m/s**

→ **H = 7,6 m** considerando il piano di appoggio della fondazione a -1.0 m da p.c. rispetto al modello desunto dalle indagini sismiche eseguite (vedi allegato)

MARGINE

Settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura, o la costa, caratterizzato da terreni alluvionali prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (Sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente comprese tra 50 e 100 m; questo settore è suddiviso in:

- **MARGINE di tipo A**: caratterizzato da terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di Vs media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti); H è riferito allo spessore di sedimenti fini o grossolani poco consolidati sovrastanti i sedimenti continentali più rigidi.

- **MARGINE di tipo B**: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini.

Per il sito di interesse vanno considerate le tabelle relative al **MARGINE di tipo A**.
Si considerano trascurabili gli effetti legati all'amplificazione topografica, pertanto l'entità dell'amplificazione sismica è imputabile ai soli fattori stratigrafici

-

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

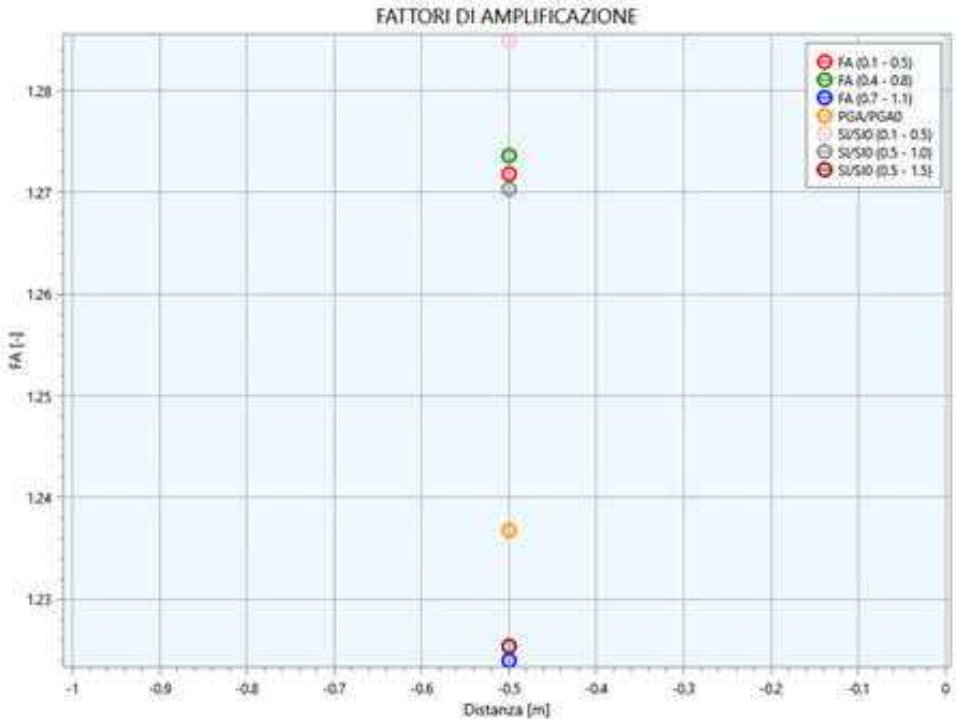


Figura 9 - Grafico di sintesi che rappresenta i valori dei FA per gli intervalli considerati.

Tabella 3 - Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Simica – MZS di 2° livello e il presente studio di "Risposta Sismica Locale - RSL".

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	**PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI**	**MICROZONAZIONE SISMICA DI 3° LIVELLO**	**RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.**
F.A. PGA	***1,5-1,8***	***2,03***	***1,24***
F.A. SA1 *(0.1s<T_0<0.5s)*	***1,5-1,8***	***1,66***	***1,27***
F.A. SA2 *(0.4s<T_0<0.8s)*	***1,6-1,8***	***1,12***	***1,27***
F.A. SA3 *(0.7s<T_0<1.1s)*	***1,6-1,7***	***1,06***	***1,22***
F.A. SI1 *(0.1s<T_0<0.5s)*	***1,6-1,8***	***1,58***	***1,29***
F.A. SI2 *(0.5s<T_0<1.0s)*	***1,6-1,7***	***1,20***	***1,27***
F.A. SI3 *(0.5s<T_0<1.5s)*	-	***Elaborato non presente***	***1,23***

In Fig. 10 si presenta il grafico riassuntivo dello spettro medio di output in accelerazione, calcolato per il sito di interesse. Il grafico è stato estrapolato dal foglio di calcolo Excel utilizzato e viene fornito in allegato al presente elaborato, insieme ai file .txt relativi a ciascuno spettro rappresentato.

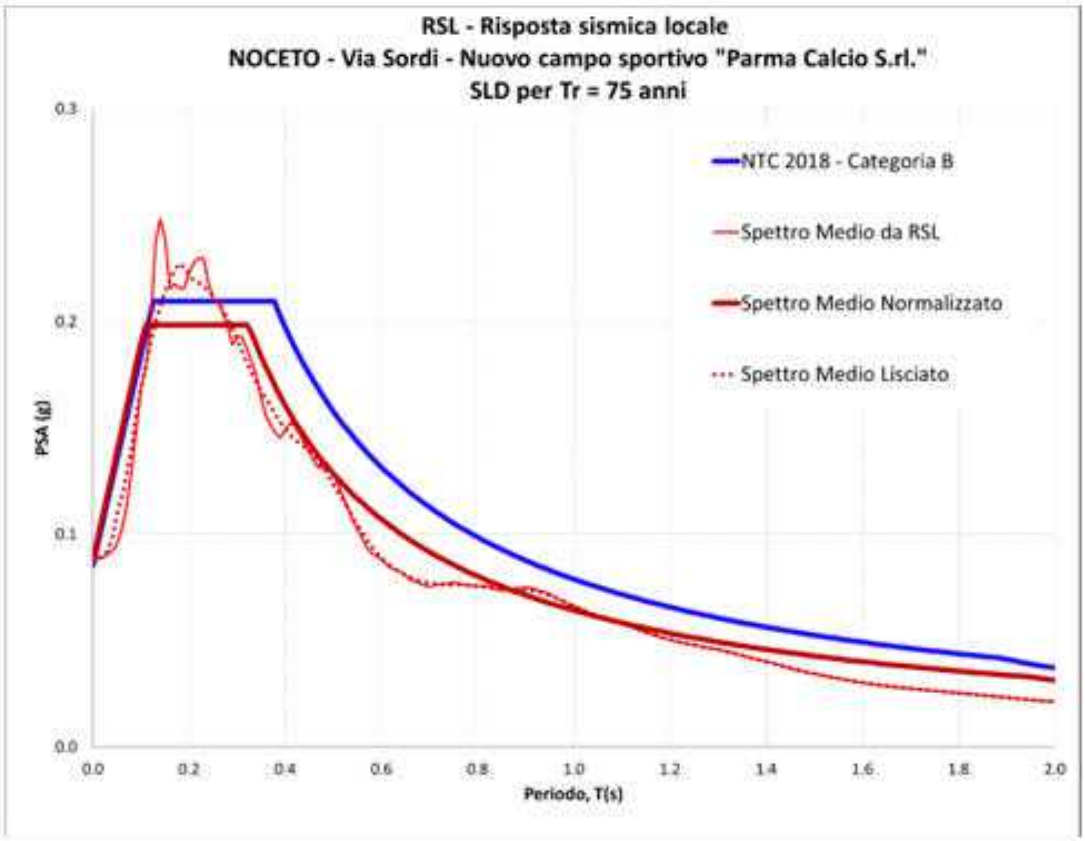


Figura 10 - Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

Risultano più cautelativi i valori delle NTC2018, anche se si propende per una valutazione della RSL in quanto più completa.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

6.Verifica della Liquefazione.

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE
Indirizzo, Coordinate: Noceto
Data 07/05/2026
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA
Profondità falda idrica 14 m

DATI SISMICI
Accelerazione Bedrock 0.15
Fattore amplificazione 2.46

Tipo Suolo: B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2
Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
Magnitudo momento sismico (Mw) 5.5
Distanza epicentro 15 Km
Peak ground acceleration (PGA) 0.18

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	Argilla	0	1	20	21	0	0	16400	127	145
2	Argilla	1	2.6	20	21	0	0	21125	113	290
3	Ghiaia	2.4	7.8	19	22	0	0	424000	105	670
4	Ghiaia	7.8	20	19	22	0	0	430000	100	750

EC8 (CPT) (1998)

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo
1-Argilla	0	0		B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800

2-Argilla	0	0	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800
3-Ghiaia	0	0	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800
4-Ghiaia	0	0	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Resistenza alla punta corretta qc1 (bar)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	14.20	273.000	271.039	0.607	2611.878	0.795	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
2	14.40	277.400	273.477	0.605	2600.206	0.790	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
3	14.60	281.800	275.916	0.602	2588.690	0.784	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
4	14.80	286.200	278.355	0.599	2577.325	0.779	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione

5	15.00	290.600	280.793	0.597	2566.109	0.774	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
6	15.20	295.000	283.232	0.594	2555.038	0.768	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
7	15.40	299.400	285.671	0.592	2544.108	0.763	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
8	15.60	303.800	288.109	0.589	2533.318	0.757	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
9	15.80	308.200	290.548	0.587	2522.665	0.752	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
10	16.00	312.600	292.987	0.584	2512.144	0.747	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
11	16.20	317.000	295.425	0.582	2501.754	0.741	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
12	16.40	321.400	297.864	0.579	2491.491	0.736	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione

13	16.60	325.800	300.303	0.577	2481.354	0.731	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
14	16.80	330.200	302.741	0.575	2471.341	0.725	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
15	17.00	334.600	305.180	0.572	2461.446	0.720	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
16	17.20	339.000	307.619	0.570	2451.670	0.715	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
17	17.40	343.400	310.057	0.568	2442.010	0.709	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
18	17.60	347.800	312.496	0.566	2432.463	0.704	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
19	17.80	352.200	314.935	0.563	2423.027	0.699	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
20	18.00	356.600	317.373	0.561	2413.699	0.693	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione

21	18.20	361.000	319.812	0.559	2404.479	0.688	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
22	18.40	365.400	322.251	0.557	2395.364	0.683	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
23	18.60	369.800	324.689	0.555	2386.351	0.677	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
24	18.80	374.200	327.128	0.553	2377.440	0.672	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
25	19.00	378.600	329.567	0.551	2368.627	0.667	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
26	19.20	383.000	332.005	0.549	2359.912	0.661	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
27	19.40	387.400	334.444	0.547	2351.293	0.656	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
28	19.60	391.800	336.883	0.545	2342.767	0.651	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione

29	19.80	396.200	339.321	0.543	2334.333	0.645	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
30	20.00	400.600	341.760	0.541	2325.990	0.640	1170.405	0.040	--	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Si riscontra, applicando il metodo di Robertson & White, un terreno non suscettibile alla liquefazione.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

7.Conclusioni.

Inquadramento geografico.

L'area si trova nell'area sud, sud est del centro abitato di Noceto in vicinanza del toponimo Mazzera e delimitata ad est dal Canale Forcello. Le coordinate wgs84 che individuano il luogo sono latitudine nord, 44.804032, longitudine est, 10.184502, alla quota altimetrica di 72 metri sul livello del mare.
I riferimenti catastali sono Noceto, F914, Foglio 42, Particella 12.

Inquadramento geotecnico.

Si riscontra una forte omogeneità stratigrafica con i primi 2,6 metri costituiti da una litologia coesiva per i primi 2,5 metri per passare ad un'alternanza di litologie granulari, confermati anche dal sondaggio P698, posto in Noceto paese.

Caratterizzazione geotecnica.

Si riscontra un terreno con caratteristiche favorevole, al di sotto del primo metro di profondità, per la posso di platee sia per gli spogliatoi che tribune. Vista la presenza significativa di ghiaia, legata alla sedimentazione del Fiume Taro, si riscontrano dei cedimenti molto limitati. La falda acquifera si trova a 14 metri da piano di campagna. (Tutti i calcoli sono nel capitolo apposito).

Report Tecnico Sismico.

Il valore di Vs_{30} è di 442 m/s, tipico di un orizzonte di tipo B, costituito da rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Risposta Sismica Locale.

Risultano più cautelativi i valori delle NTC2018, anche se si propende per una valutazione della RSL in quanto più completa.

Tabella 3 - Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Simica – MZS di 2° livello e il presente studio di "Risposta Sismica Locale - RSL".

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI	MICROZONAZIONE SISMICA DI 3° LIVELLO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1,5-1,8	2,03	1,24
F.A. SA1 (0.1s<T_0<0.5s)	1,5-1,8	1,66	1,27
F.A. SA2 (0.4s<T_0<0.8s)	1,6-1,8	1,12	1,27
F.A. SA3 (0.7s<T_0<1.1s)	1,6-1,7	1,06	1,22
F.A. SI1 (0.1s<T_0<0.5s)	1,6-1,8	1,58	1,29
F.A. SI2 (0.5s<T_0<1.0s)	1,6-1,7	1,20	1,27
F.A. SI3 (0.5s<T_0<1.5s)	-	Elaborato non presente	1,23

Figura 11. Confronto valori di NTC18, microzonazione e RSL.

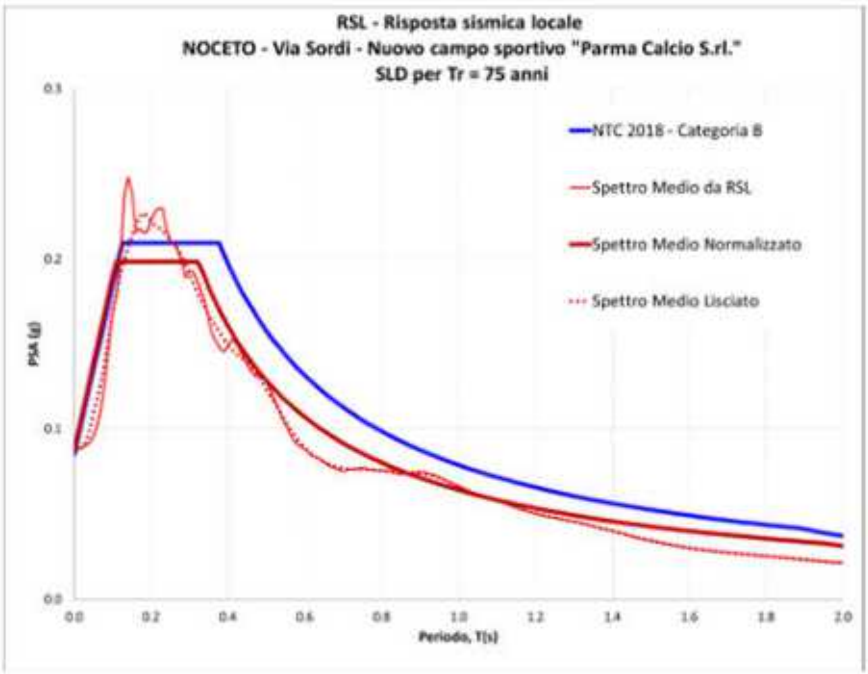


Figura 10 - Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

Figura 12. Report grafico.

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

Verifica della Liquefazione.

Si riscontra, applicando il metodo di Robertson & White, un terreno non suscettibile alla liquefazione.

Commento finale.

L'area oggetto d'indagine presenta dal punto di vista geologico e geotecniche buone caratteristiche, idonee al tipo d'intervento costruttivo. Si nota che visto il notevole spessore di litologie granulari, al di sotto dei primi 2,5 metri di materiale coesivo, il terreno abbia buone caratteristiche drenanti. Il terreno per l'approccio semplificato presenta un orizzonte di sismico di tipo B, più cautelativo rispetto alla Risposta Sismica Locale, che si consiglia di tenere in considerazione, in quanto più completa.

Parma, 08 Maggio 2026

Il Geologo.
Dr. Geol. Fabio Bussetti

FABIO BUSSETTI
Via Giovanni Guareschi 8 – 43123 Parma (PR)
Tel.0521 884728, Cell. 338 2411837
Sito web: https://fabiobussettigeologo.it/, e-mail: geologobussetti@gmail.com

PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI NOCETO

CALCOLO DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE PROPEDEUTICO ALLA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CAMPO SPORTIVO CON OPERE ACCESSORIE ANNESSE (tribune e spogliatoi)

SLD
Classe d'uso: III
Coefficiente d'uso Cu: 1,5
Vn: 50 anni
Tr: 75 anni

VIA SORDI

RELAZIONE GEOLOGICO - SISMICA

Committente:
Dott. Geol. Fabio Bussetti

Redazione:
Dott. Geol. Gabriele Oppo

Vicolo San Clemente N° 1, Borgo Val di Taro (PR)

Aprile 2026

1. Sismicità di base del Comune di Noceto

La sismicità storica del Comune di **Noceto** è stata estrapolata dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, Locati et al., 2016), redatto nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici", in cui sono stati classificati e catalogati 122701 dati di intensità per 3212 terremoti. I dati derivano da 185 tra studi, database, rapporti e bollettini pubblicati fino al 2016. Il numero di terremoti supportati da dati di intensità è quasi raddoppiato rispetto alla precedente versione (DBMI15 - da 1681 a 3212, pari rispettivamente al 53% e al 70% dei terremoti in catalogo) che fanno parte del "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15).

La sismicità del territorio comunale di **Noceto** è riassunta graficamente nel diagramma di Fig. 1. Nella tabella di riferimento sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Oltre alla stessa intensità al sito (Is), sono indicati l'anno, il mese, il giorno e l'ora in cui si è verificato, il numero dei dati puntuali d'intensità disponibili (Np), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la Magnitudo momento (Mw).

Secondo la zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale redatta da INGV, il Comune di **Noceto** ricade a ridosso della:

- **Zona Sismogenetica 913**", dove la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po), caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, che si verificano a profondità comprese tra **12 e 20 km**.

Consultando il sito dell'INGV (**http://esse1-gis.mi.ingv.it**) si può accedere ad un sistema che consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°.
Le mappe riportano due distinti parametri dello scuotimento:

- **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo);
- **Se(T)** (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T, in accelerazione).

Relativamente al Comune di **Noceto** tali mappe (Fig. 2) riportano valori congruenti con quelli di cui all'Allegato A4 della D.A.L. Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2.5.2007, che attribuisce al Comune di **Noceto** un valore di accelerazione di picco al suolo (cioè per T = 0, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g a_{refg}, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) di **0.152 g**.

Dalla carta si evince che il territorio del Comune di **Noceto** ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a max) pari a 0**.150÷0.175 g**.

Azioni sismiche di progetto

Come richiesto da NTC 2008 e successivo aggiornamento del 2018, per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, a partire dalla pericolosità sismica di base, si è utilizzato il software GEOSTRU, nella

quale sono stati introdotti alcuni parametri di calcolo che dovranno comunque essere verificati dal progettista strutturale.

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, si assume:

Classe d'uso: III;

Coefficiente d'uso Cu: 1,5;

Vita nominale dell'opera Vn:≥ 50 anni;

quindi, periodo di riferimento **Vr: ≥ 75 anni**

Il tempo di ritorno (T_R) viene determinato introducendo nell'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

il periodo di riferimento della costruzione V_R (definito sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto) e la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}.

Il **Periodo di riferimento** della costruzione è dato da:

Vr = Vn x Cu = 50 X1,5 =75anni

- Vita nominale dell'Opera (Vn):

  La "Vita nominale" viene stimata in base al Tipo d'opera

  nel caso in esame si è considerata Vn ≥ **50 anni** per "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*" (come definito dalla Tab. 2.4.I del D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) .

- Coefficiente d'uso (Cu):

  Il Coefficiente d'uso viene stimato in base alla Classe d'uso;

  Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

  Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

  Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

  Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

  Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame si è considerata **Cu=1.00** per ***Classe II***

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto riguarda le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, sono stati assunti i valori indicati nell' '"Aggiornamento delle N.T.C. 2018" (Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1):

Tab. 3.2.I – *Probabilità di superamento* P_{V_R} *in funzione dello stato limite considerato*

Stati Limite	P_{V_R}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni *ag* e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

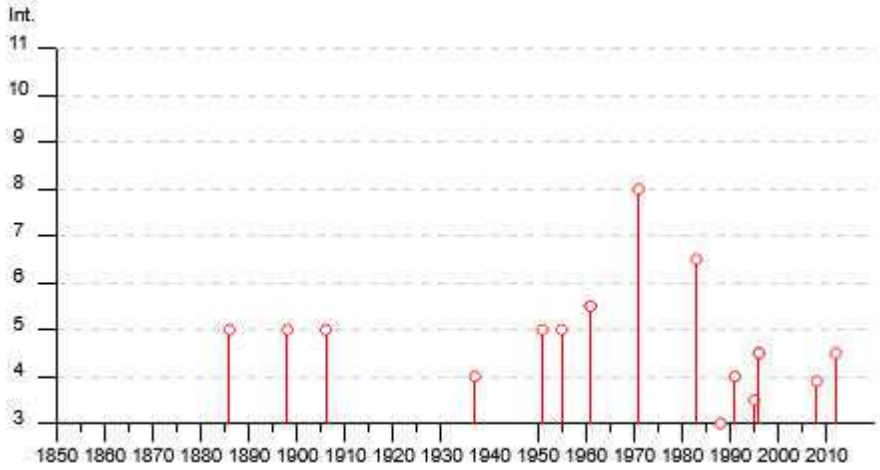
- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2475 anni.

Il sito in esame, non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g, F_0, e T_C^*(Tabella 1) sono stati determinati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Noceto

PlaceID	IT_36498
Coordinate (lat, lon)	44.809, 10.180
Comune (ISTAT 2015)	Noceto
Provincia	Parma
Regione	Emilia-Romagna
Numero di eventi riportati	22



Effetti	In occasione del terremoto del														
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1886	10	15	02	20		Collecchio	44	6	4.70
5	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
NF	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6	4.59
5	1906	08	25	03	11		Parmense	31	5	4.25
4	1937	09	17	12	19	0	Parmense	34	7	4.77
5	1951	05	15	22	54		Lodigiano	179	6-7	5.17
5	1955	03	12	06	57	0	Parmense	15	5	4.15
5-6	1961	08	13	22	34	1	Parmense	22	5-6	4.37
5-6	1961	08	14	01	03	0	Parmense	14	5-6	4.47
2	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
8	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
6-7	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
3	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
2-3	1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4	4.04
4	1991	10	31	09	31	1	Emilia occidentale	134	5	4.33
3-4	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
4-5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4-5	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
F	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36
4-5	2012	01	25	08	06	3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98

Figura 1 - a) Diagramma della storia sismica di Noceto, limitatamente ai terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 3 a partire dal 1900; b) Elenco dei terremoti più forti risentiti nell'area di Noceto tra il 1800 e il 2015. Fonte dati: INGV Database Macrosismico Italiano 2015

- http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/

Tabella 1 - Valori dei parametri a_g, F_0 , T_C^* per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite e coefficienti sismici determinati per il sito in esame (Lat. e Long. In Coordinate WGS84 e ED50).

Parametri sismici introdotti	
Categoria Sottosuolo	B
Categoria Topografica	T1
Periodo di riferimento	75 anni
Coeff. Cu	1,5

Stati Limite		Probabilità di superamento	Tempo di ritorno T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_C^* (s)
Stati limite d'esercizio	SLO	81%	45	0,056	2,474	0,252
	SLD	63%	75	0,071	2,458	0,262
Stati limite ultimi	SLV	10%	712	0,172	2,460	0,283
	SLC	5%	1462	0,215	2,481	0,291

COEFFICIENTI SISMICI DETERMINATI				
	SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Amplificazione stratigrafica Ss	1,20	1,20	1,20	1,19
Coeff. funz. Categoria Cc	1,45	1,44	1,42	1,41
Amplificazione Topografica St	1,0	1,0	1,0	1,0
Componente Orizzontale Kh	0,014	0,017	0,049	0,071
Componente verticale Kv	0,007	0,009	0,025	0,036
Acceleraz. Max attesa in sito Amax:	0,662	0,836	2,022	2,504
Beta:	0,200	0,200	0,240	0,280

Dati di input per l'analisi di RSL: accelerogrammi

Gli accelerogrammi utilizzati per uno studio di RSL dovrebbero essere rappresentativi della sismicità del sito, prendendo in considerazione alcuni parametri fondamentali quali:

- Caratteristiche sismogenetiche della sorgente (meccanismo focale);
- Magnitudo;
- Distanza epicentrale;
- Sito di registrazione (categoria di sottosuolo sismico di appartenenza, preferibilmente cat. A);
- Massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

In uno studio di RSL possono essere utilizzati accelerogrammi sintetici e/o accelerogrammi naturali; questi ultimi sono dotati di un più realistico contenuto in frequenze e numero di cicli, conservando le caratteristiche specifiche del sisma in termini di "Intensità I" nel sito di registrazione, "Magnitudo M" dell'evento, e "Distanza d" dal sito all'epicentro tramite la legge di attenuazione, pertanto vengono generalmente preferiti ai primi. L'operazione che consente di stabilire quali sono i "range" caratteristici dei parametri sismici che concorrono alla definizione della pericolosità sismica (con metodo probabilistico) di un determinato sito, prende il nome di "*Disaggregazione*".
Dal sito dell'INGV (**http://esse1-gis.mi.ingv.it**), oltre alla "*Mappa di pericolosità sismica*" (Fig. 2a), per il territorio del Comune di **Noceto**, è possibile estrapolare il relativo grafico della "*Disaggregazione*" (Fig. 2b).
Nel caso in esempio si può notare come la massima percentuale, pari al **32,7%** sia definita per terremoti di magnitudo compresa fra **4,5-5 M**, nel range di distanza tra **0-10 km.**

Gli accelerogrammi naturali possono essere selezionati da archivi nazionali e internazionali grazie:

- all'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009);
- ad applicativi web-gis (SEISM-HOME della Fondazione EUCENTRE di Pavia);

che consentono di reperire dei set di accelerogrammi spettro compatibili secondo quanto indicato nelle "Norme Tecniche delle Costruzioni - NTC2008 e aggiornamento NTC2018".

Nel caso in esame, sono stati utilizzati n.7 accelerogrammi spettro compatibili estraendoli con all'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009)

In Tabella 2 si riportano alcune informazioni relative agli accelerogrammi utilizzati.
Gli accelerogrammi sono quindi stati inseriti nel software di elaborazione per il calcolo della risposta sismica locale (**LSR 2D" *- Version 5.0.12 della STACEC)*** già opportunamente scalati rispetto al valore di PGA al bedrock attesa in sito, considerando un sottosuolo rigido affiorante (Cat. A) e **TR 75 anni** (Fig.3a); in Fig. 3b si riportano gli spettri di input associati agli accelerogrammi selezionati.

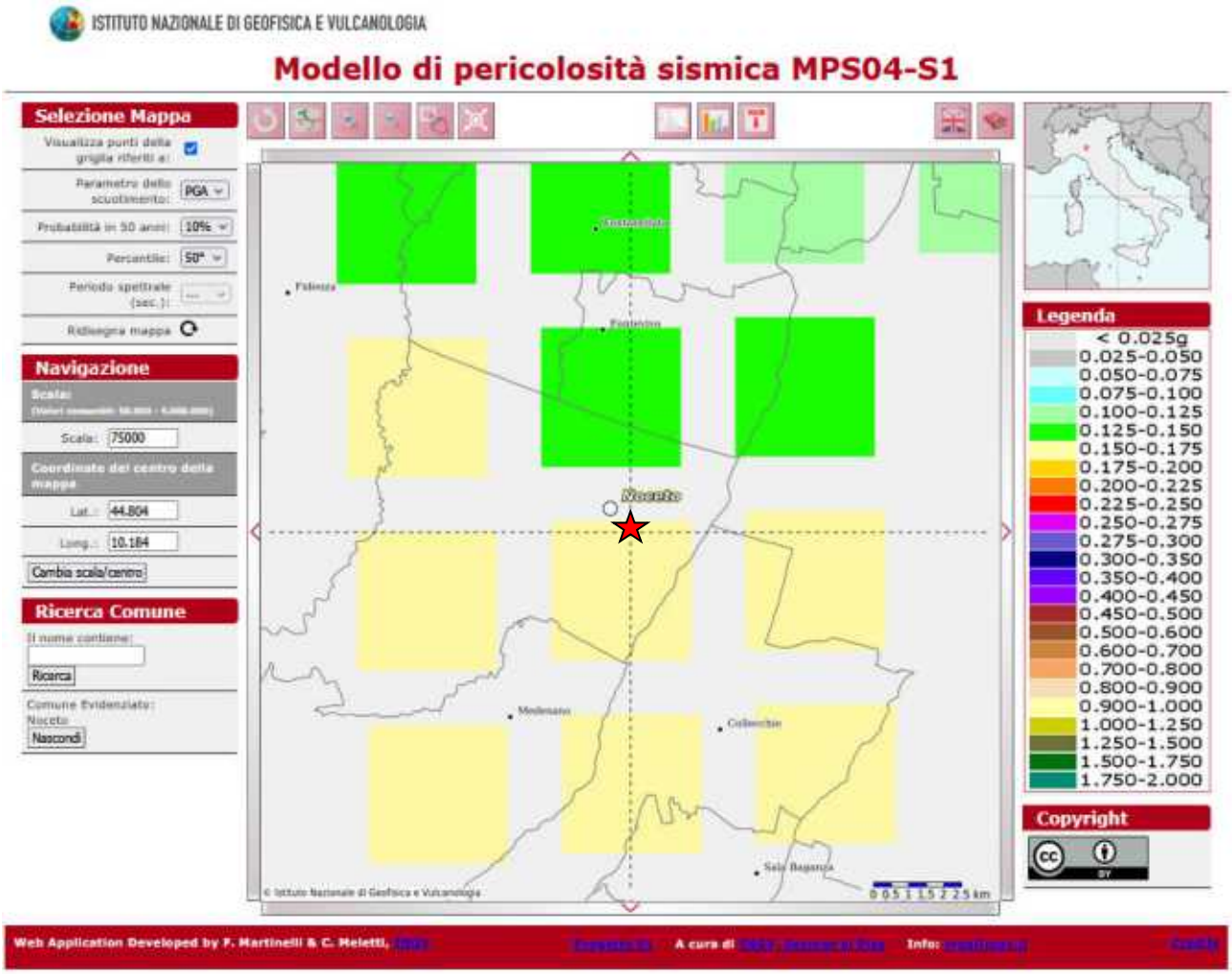
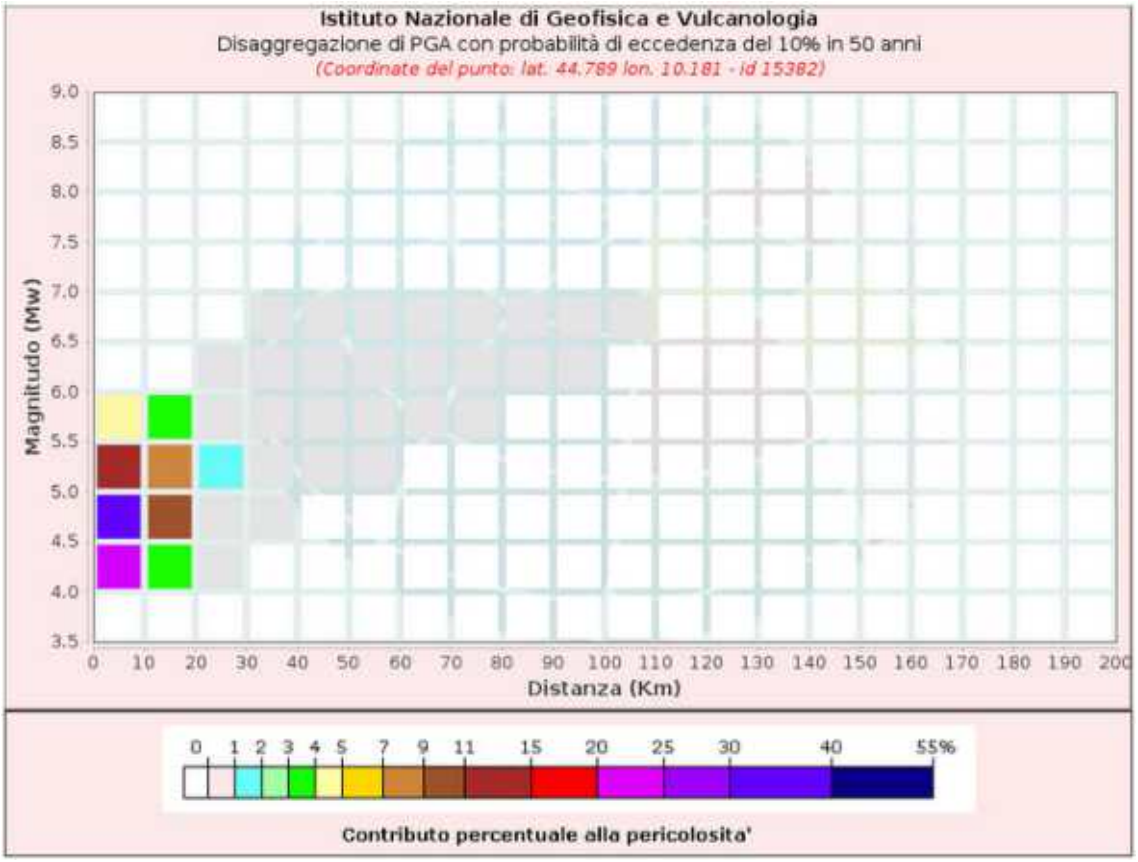


Figura 2a - Mappa di pericolosità sismica per il territorio del Comune di Noceto espressa in termini di a(g) e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (TR = 475 anni) (INGV); gli assi sono centrati sul sito di interesse.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44.789 lon. 10.181 - id 15382)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	20.9000	32.7000	14.3000	4.3100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.9400	9.5300	7.1200	3.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0607	0.7870	1.3300	0.8810	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0079	0.1850	0.2760	0.0856	0.0156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0104	0.0904	0.1050	0.0227	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0174	0.0461	0.0127	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0213	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0069	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.85	8.06	0.823

Figura 2b: Contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale (INGV)

ACCELEROGRAMMI DI INPUT

SCALATI ag/g = 0,71

Tabella 2 - Dataset informativo relativo ai 7 accelerogrammi utilizzati nello studio di risposta sismica locale.

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	EC8 Site class
90	25	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 3RD SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.8908	A
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	A
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	A
281	71	PSC	VAL COMINO EARTHQUAKE	11/05/1984	5.5	Normal	9.0799	A
536	126	FORC	APP. UMBRO-MARCHIGIANO	09/11/1997	4.5	Normal	13.0914	A
567	130	NCM	APP. UMBRO-MARCHIGIANO	26/03/1998	5.3	n/a	1.0286	A
932	186	AQP	GRAN SASSO		5.4	Normal	11.3404	A
mean:					5.486		12.038929	

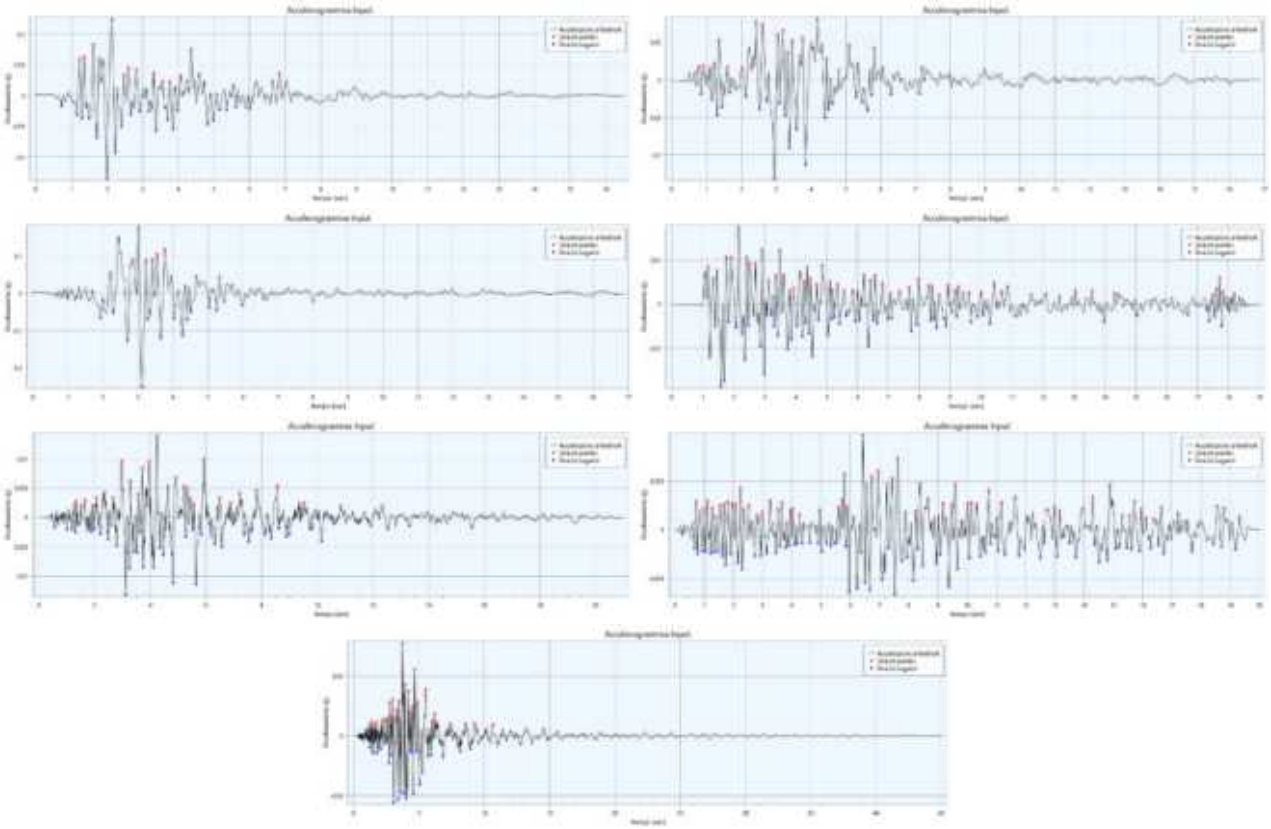


Figura 3a - Serie temporali di input che vengono poi riscalate in funzione della P.G.A.0 attesa al bedrock sismico (sottosuolo di Cat. A).

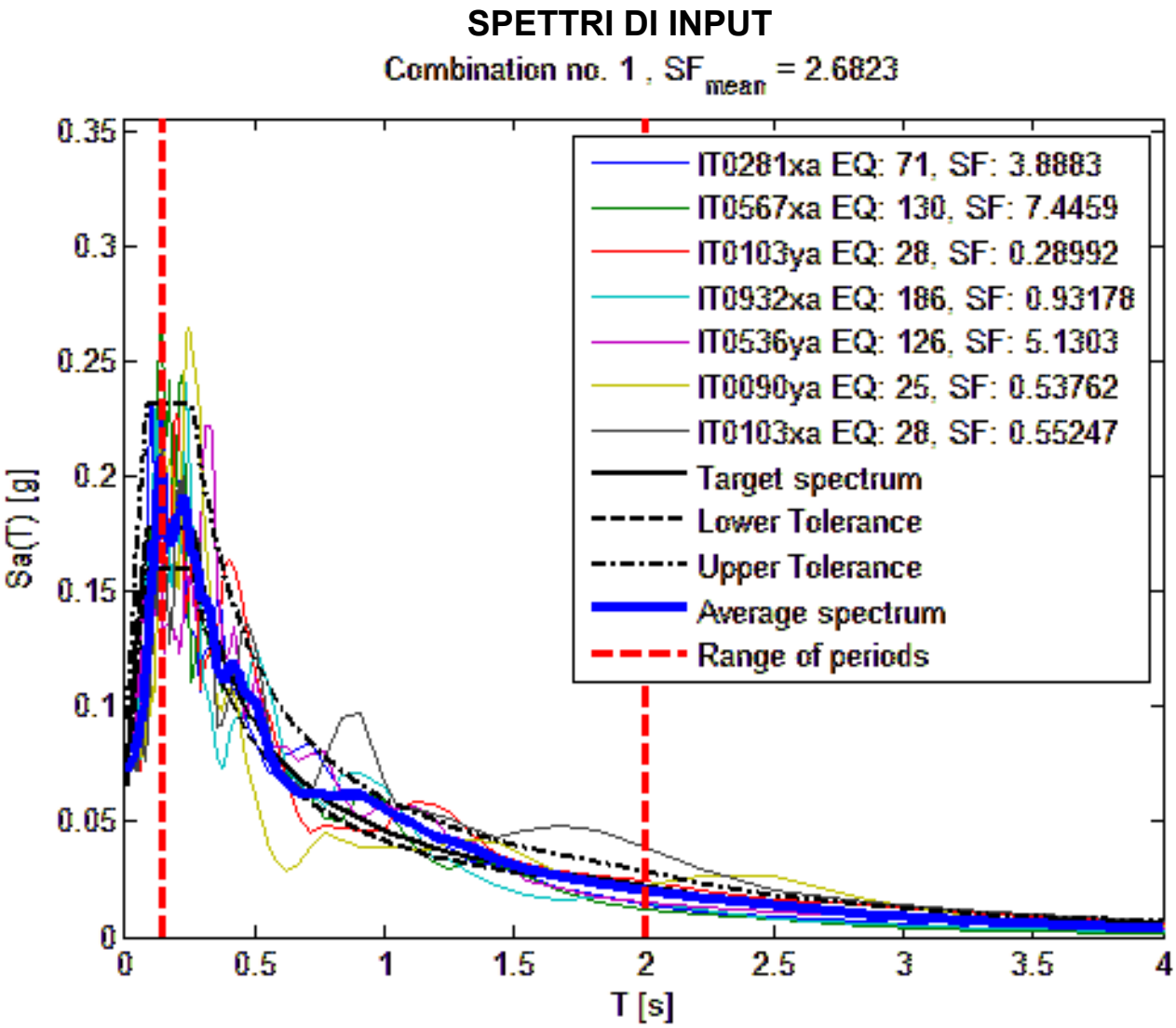


Figura 3b - Spettri di input che fanno riferimento alle serie temporali degli accelerogrammi presentate in Tabella 2, estrapolate con i software di riferimento o con gli applicativi webgis sopra indicati.

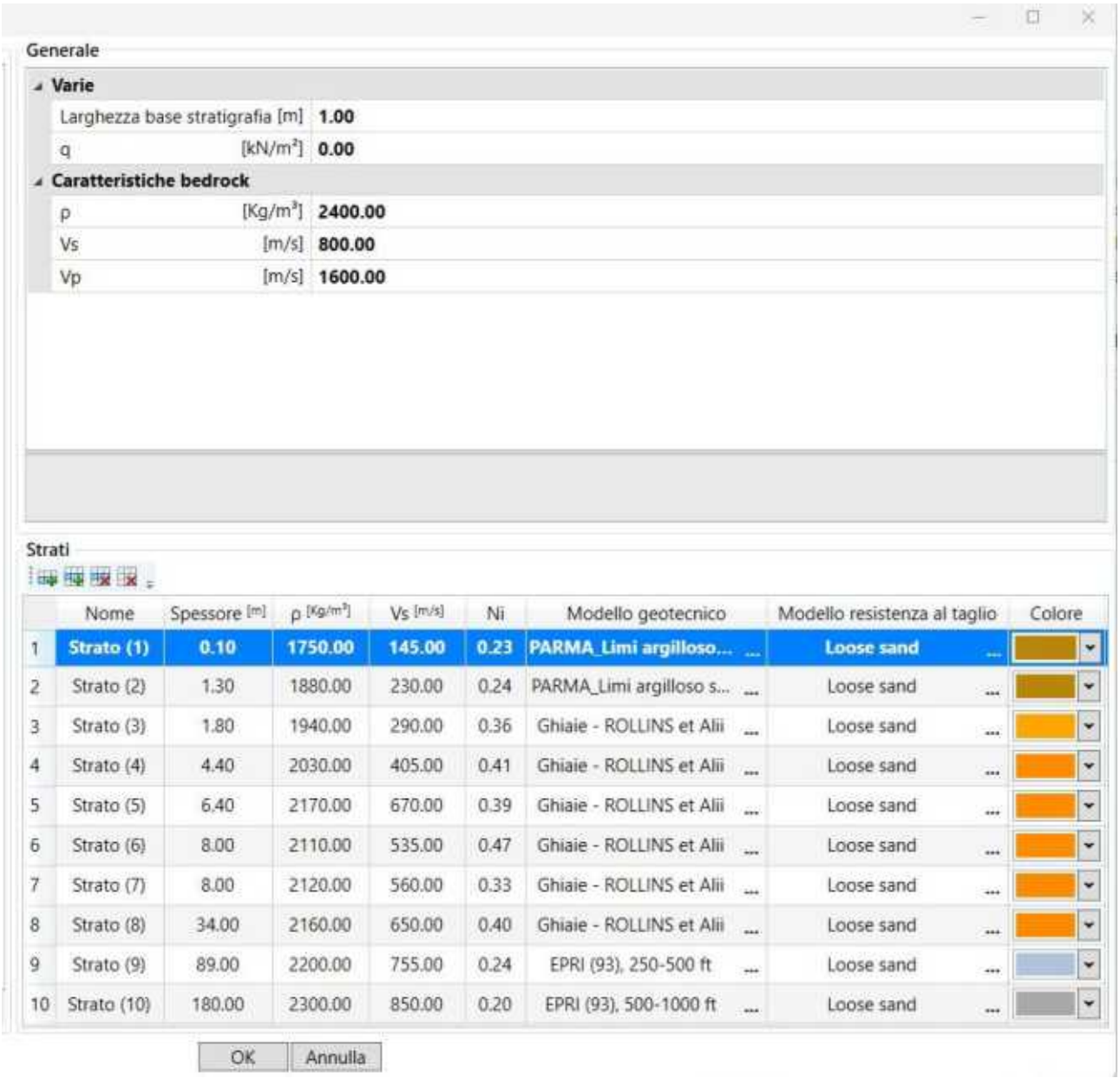
Dati di input per l'analisi di RSL: modello sismo-stratigrafico

Attraverso le prove geotecniche e sismiche eseguite in sito (vedi allegati) e all'analisi dei dati estrapolati dal database cartografico della Regione Emilia Romagna (*http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/index.htm*) relativi a pozzi e carotaggi realizzati nell' intorno dell'area d'interesse, si è ottenuto il modello sismo-stratigrafico semplificato riportato in Fig. 4, ipotizzando una **quota del piano di fondazione a -1,0m da p.c.**.

Attraverso il software di calcolo "***LSR 2D - Versione: 5.0.12***", è stata quindi calcolata la risposta dinamica monodimensionale (1D), optando per una analisi equivalente lineare (EQL), basata su un modello di propagazione lineare delle onde in cui le proprietà dinamiche del terreno, quali "Modulo di taglio G" e "Rapporto di smorzamento D", vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Pertanto, a ciascuno strato definito nel modello sismo-stratigrafico di Fig. 4, è stata associata una coppia di curve che definisce il comportamento non lineare del terreno in funzione di un aumento percentuale della deformazione di taglio:

- la curva di decadimento del Modulo di rigidezza al taglio G alle basse deformazioni espresso come rapporto G/G0 (Fig. 5a);
- la curva di variazione dello smorzamento D (Fig. 5b).



Generale

Varie		
Larghezza base stratigrafia [m]		**1.00**
q	[kN/m²]	**0.00**
Caratteristiche bedrock		
ρ	[Kg/m³]	**2400.00**
Vs	[m/s]	**800.00**
Vp	[m/s]	**1600.00**

Strati

	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	**Strato (1)**	**0.10**	**1750.00**	**145.00**	**0.23**	**PARMA_Limi argilloso,...**	**Loose sand**	
2	Strato (2)	1.30	1880.00	230.00	0.24	PARMA_Limi argilloso s...	Loose sand	
3	Strato (3)	1.80	1940.00	290.00	0.36	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
4	Strato (4)	4.40	2030.00	405.00	0.41	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
5	Strato (5)	6.40	2170.00	670.00	0.39	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
6	Strato (6)	8.00	2110.00	535.00	0.47	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
7	Strato (7)	8.00	2120.00	560.00	0.33	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
8	Strato (8)	34.00	2160.00	650.00	0.40	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
9	Strato (9)	89.00	2200.00	755.00	0.24	EPRI (93), 250-500 ft	Loose sand	
10	Strato (10)	180.00	2300.00	850.00	0.20	EPRI (93), 500-1000 ft	Loose sand	

OK Annulla

Figura 4 - Schermate di Input tratte dal software "LSR 2D", dove viene definito il modello sismo-stratigrafico del sito di interesse, ipotizzando una quota del piano di fondazione a -1,0m da p.c.: ad ogni singolo strato viene attribuito un valore rappresentativo delle Vs e del Peso di volume; inoltre ad ogni intervallo stratigrafico viene assegnata la relativa coppia di curve di decadimento del modulo di taglio G/G0 e dello smorzamento D(%).

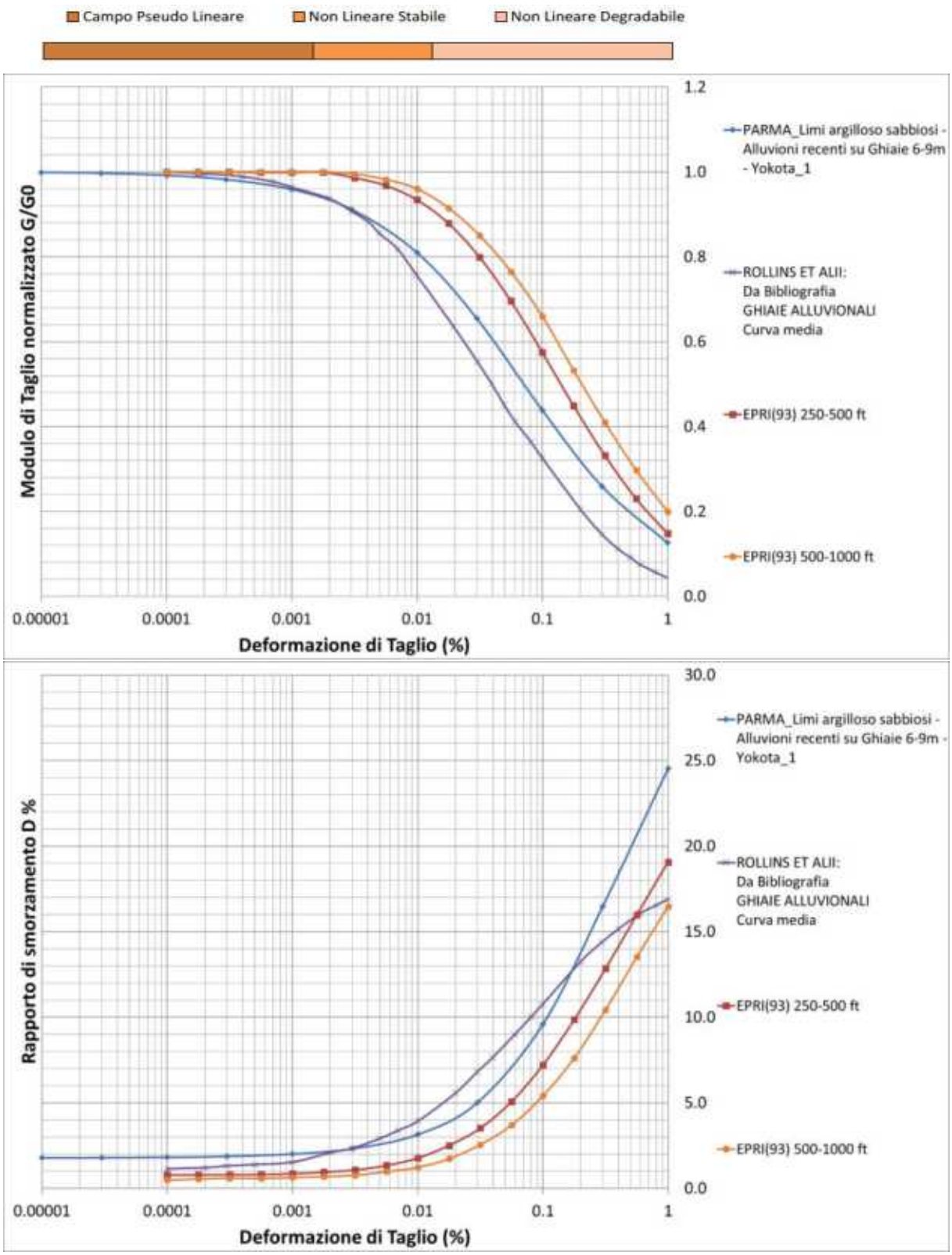


Figura 5 - Curve di decadimento espresse come rapporto G/G0 (Fig. 5a) e curve dello smorzamento D(%) (Fig. 5b) entrambe in funzione dello sforzo di taglio applicato, associate ad ogni singolo strato che definisce il modello sismo-stratigrafico di input presentato in Fig.4.

Grafici di output della RSL

A seguito della modellizzazione numerica e dei grafici di output ottenuti dalla simulazione in LSR 2D, possono essere ricavate diverse informazioni, che permettono di descrivere in maniera dettagliata il comportamento sismico della colonna stratigrafica soprastante il bedrock di riferimento.

I parametri di output vengono di seguito elencati:

- Arias Intensity Profile → Intensità di Arias;
- Damping Ratio → Rapporto di Smorzamento;
- Dissipated Energy Profile → Profilo di energia dissipata;
- Final Shear-Wave Velocity Profile → Velocità finale delle onde di taglio;
- Initial Shear-Wave Velocity Profile →Velocità iniziale delle onde di taglio;
- P.G.A → Peak Ground Acceleration Profile;
- P.G.D. → Peak Ground Displacement Profile;
- Maximum Error Profile → Massimo errore;
- Maximum Shear-Strain Profile → Massima deformazione di taglio;
- Maximum Shear-Stress Profile → Massimo modulo di taglio
- Peak Ground Velocity Profile → Massima Velocita per ogni profondità;
- Shear-Modulus Profile → Modulo di taglio;
- Stress Ratio Profile → Rapporto fra Massimo sforzo di taglio e Massimo sforzo efficace;
- Stress Reduction Coefficient (r_d) Profile → Coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio rd
- Vertical Total Stress Profile → Pressione vertical totale;
- Vertical Effective Stress Profile → Pressione verticale efficace;
- Time Series → le serie temporali in accelerazione, spostamento, velocità, deformazione di taglio e sforzo di taglio alle profondità desiderate;
- Acceleration Response Spectrum → Gli spettri di risposta in accelerazione;
- Fourier Amplitude Spectrum → Lo spettro di Fourier in ampiezza;
- Acceleration Transfer Fuction → La funzione di trasferimento dell'accelerazione → Rapporto degli spettri di Fourier delle accelerazioni;
- Spectral Ratio → Il Rapporto Spettrale (rapporto fra spettri di risposta);
- Strain Transfer Function → La funzione di trasferimento delle deformazioni ovvero il Rapporto fra spettro di Fourier delle deformazioni e spettro di Fourier delle accelerazioni;

Verranno prese in considerazione soltanto alcune delle informazioni ricavate dallo studio di RSL, in particolare quelle che possono avere una ricaduta più sostanziale ai fini progettuali dell'opera.

1) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Definisce la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità.

Consente di valutare l'entità dell'amplificazione locale, intesa come rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.0 al bedrock (sottosuolo di categoria A) (Fig. 6).

Si rammenta che per il Comune di **Noceto** si partiva da una ag_{max} al suolo rigido pari a **0,071g**.

Gli esiti mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi input sismici assegnati: il rapporto PGA/PGA0 più cautelativo al suolo (cioè il più elevato) è ricavato dall'input:

- **IT0281xa_4** **FA pga $_{max}$ = 1,33**

mentre il valore F.A. medio definito su n.7 accelerogrammi è:

FA pga $_{medio}$ 1,24

INPUT SISMICO	PGA bedrock	Pga Superficie	F.A.
IT0090ya_1	0,071	0,0886	1,25
IT0103xa _2	0,071	0,0804	1,13
IT0103ya_3	0,071	0,0939	1,32
IT0281xa_4	0,071	0,0941	1,32
IT0536ya_5	0,071	0,0831	1,17
IT0567xa_6	0,071	0,0938	1,32
IT0932xa_7	0,071	0,0816	1,16
Media	**0,071**	**0,0879**	**1,24**

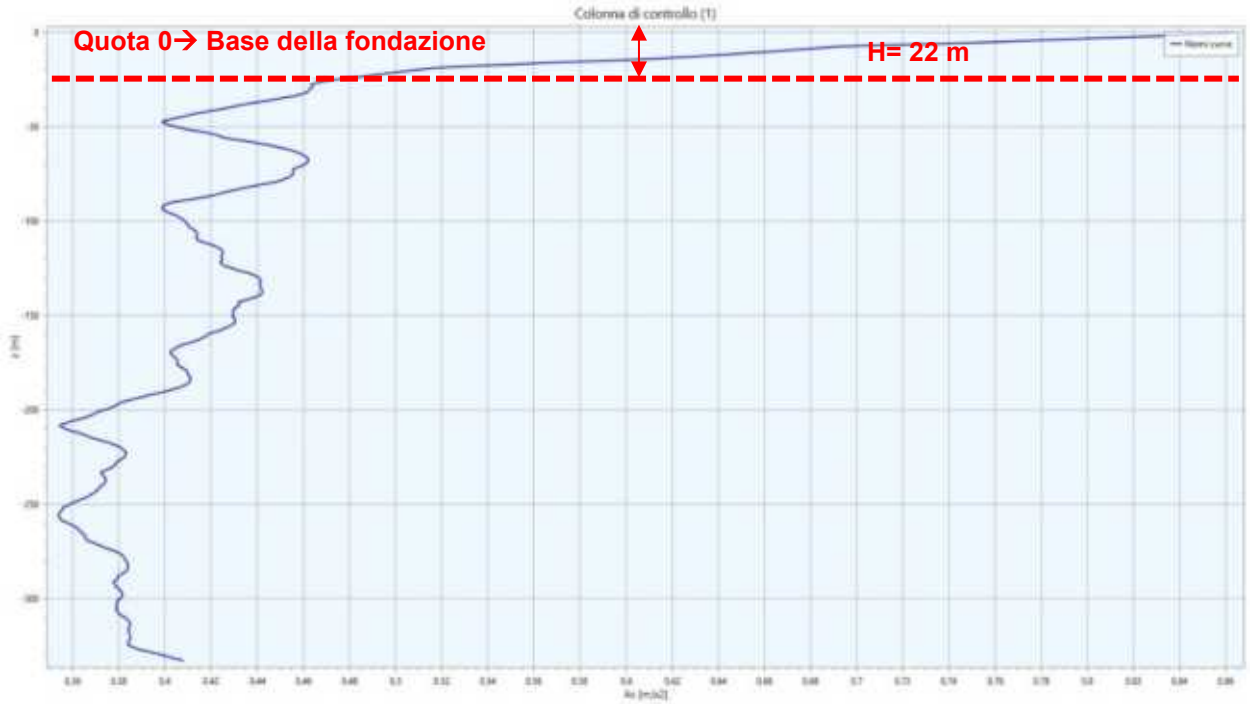


Figura 6 - P.G.A. Profile: si può notare un incremento rilevante della PGA in corrispondenza degli orizzonti più superficiali come da modello di Fig. 4 (da circa 22m di profondità fino alla quota zero, ipotizzata a -1,0m da p.c. alla base della fondazione), e in particolare si può osservare il contributo all'amplificazione dei primi 7.2m, rappresentati da orizzonti con Vs < 360 m/s o leggermente superiore ad essa.

2) Housner Intensity - Intensità di Housner

L'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) viene definita come segue:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove PSV è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, **T** e **ξ** sono rispettivamente **il periodo** e **lo smorzamento strutturale**.

Questo parametro di severità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in esame, dal momento che la maggior parte delle strutture hanno un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra 0.1 e 2.5 secondi. Dimensionalmente l'intensità di Housner è uno spostamento (cm).

Di seguito il valore di "Intensità di Housner" viene presentato per i seguenti intervalli di riferimento:

- 0,1<SI<0,5 (Fig. 7a);
- 0,5<SI<1,0 (Fig. 7b);
- 0,5<SI<1,5 (Fig. 7c).

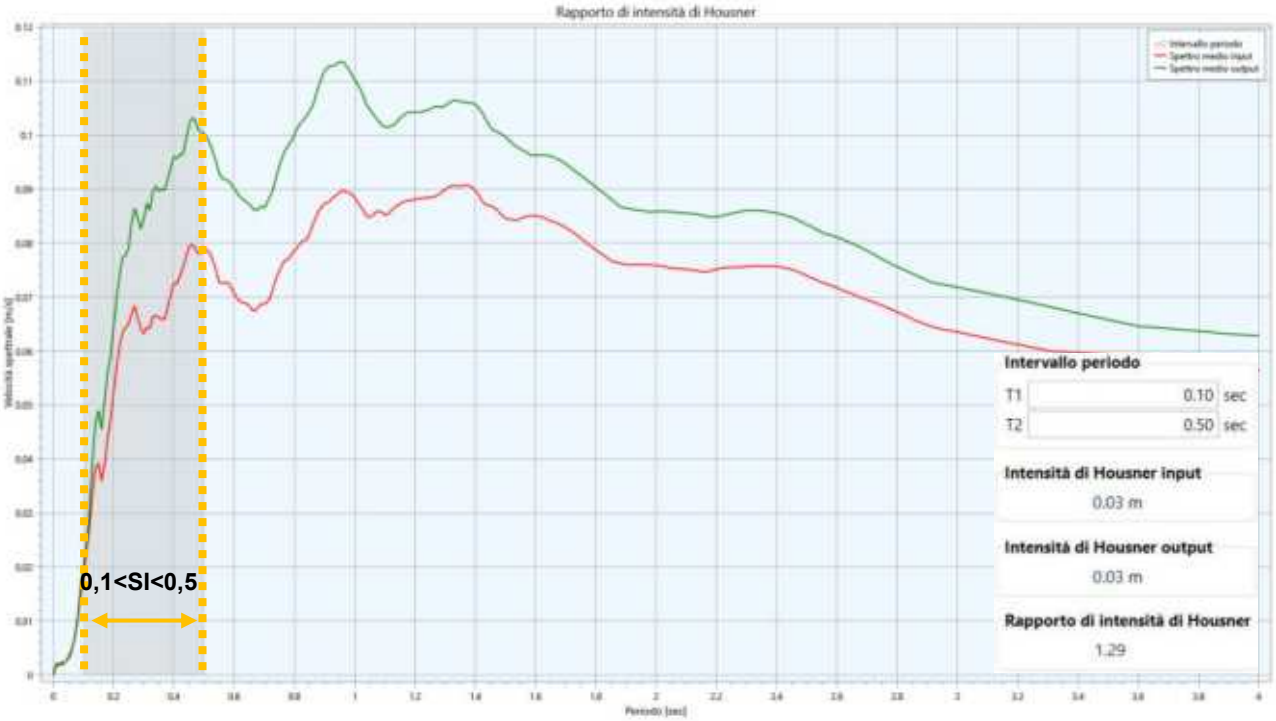


Figura 7a - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,1<SI<0,5.

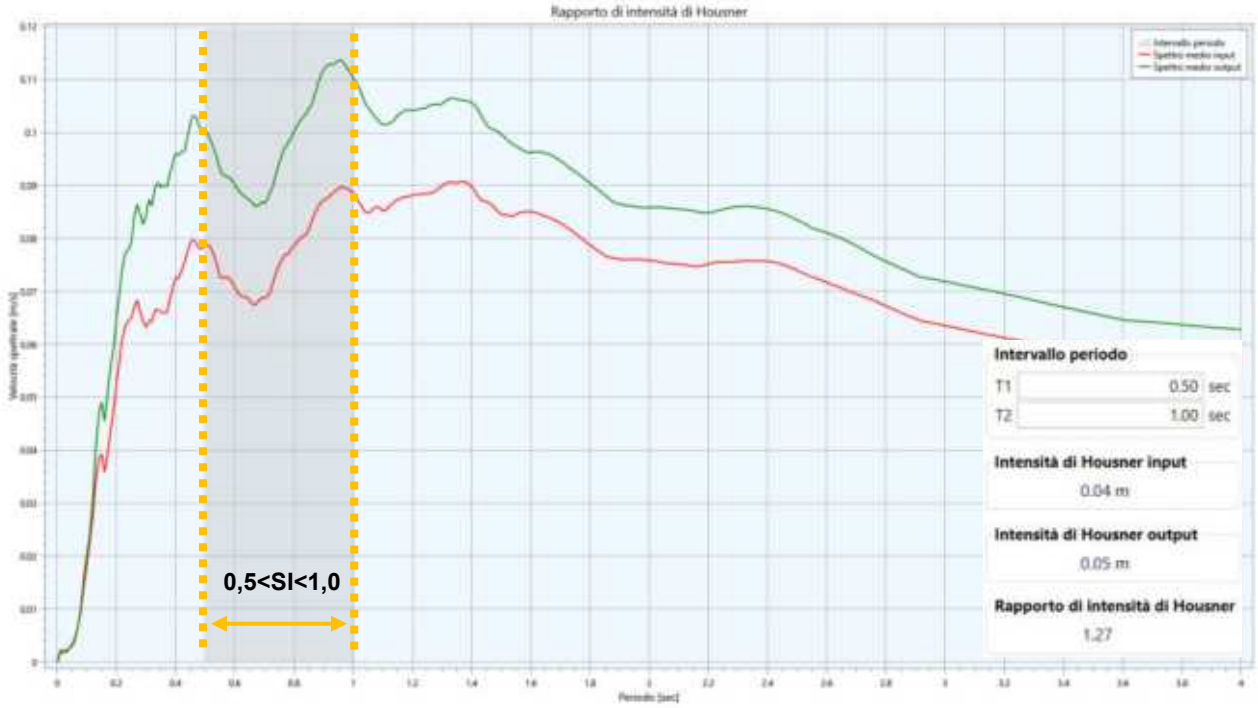


Figura 7b - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,5<SI<1,0.

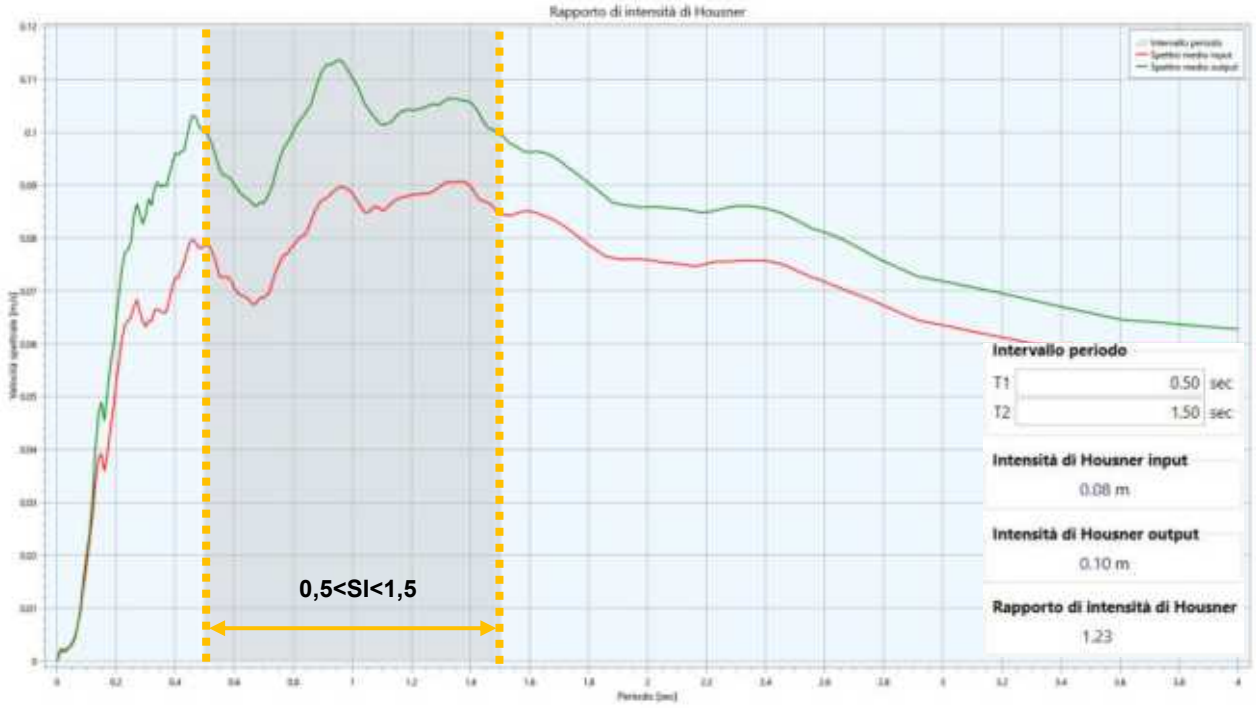


Figura 7c - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,5<SI<1,5.

3) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Rappresenta l'elaborato fondamentale richiesto dagli strutturisti e in "LSR 2D" può essere calcolato sia in superficie che per una profondità di interesse.

Nel caso in esame (Fig. 8) è stato calcolato per gli **SLD ad una quota di -1,0m da p.c.**, con un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 5%. Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, il sito presentava un valore di **Vs30** di **442 m/s**, ed è stato classificato in "**Categoria B**". Osservando in dettaglio il grafico (Fig. 8) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare leggermente al di sotto di quello

semplificato di "**Categoria B**". Lo spettro medio è stato poi parametrizzato secondo la tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della "*media*".

Resta compito dello strutturista definire il valore del periodo proprio e dello smorzamento della struttura, andando a modificare lo "spettro di progetto" in funzione del "*Fattore di struttura q*".

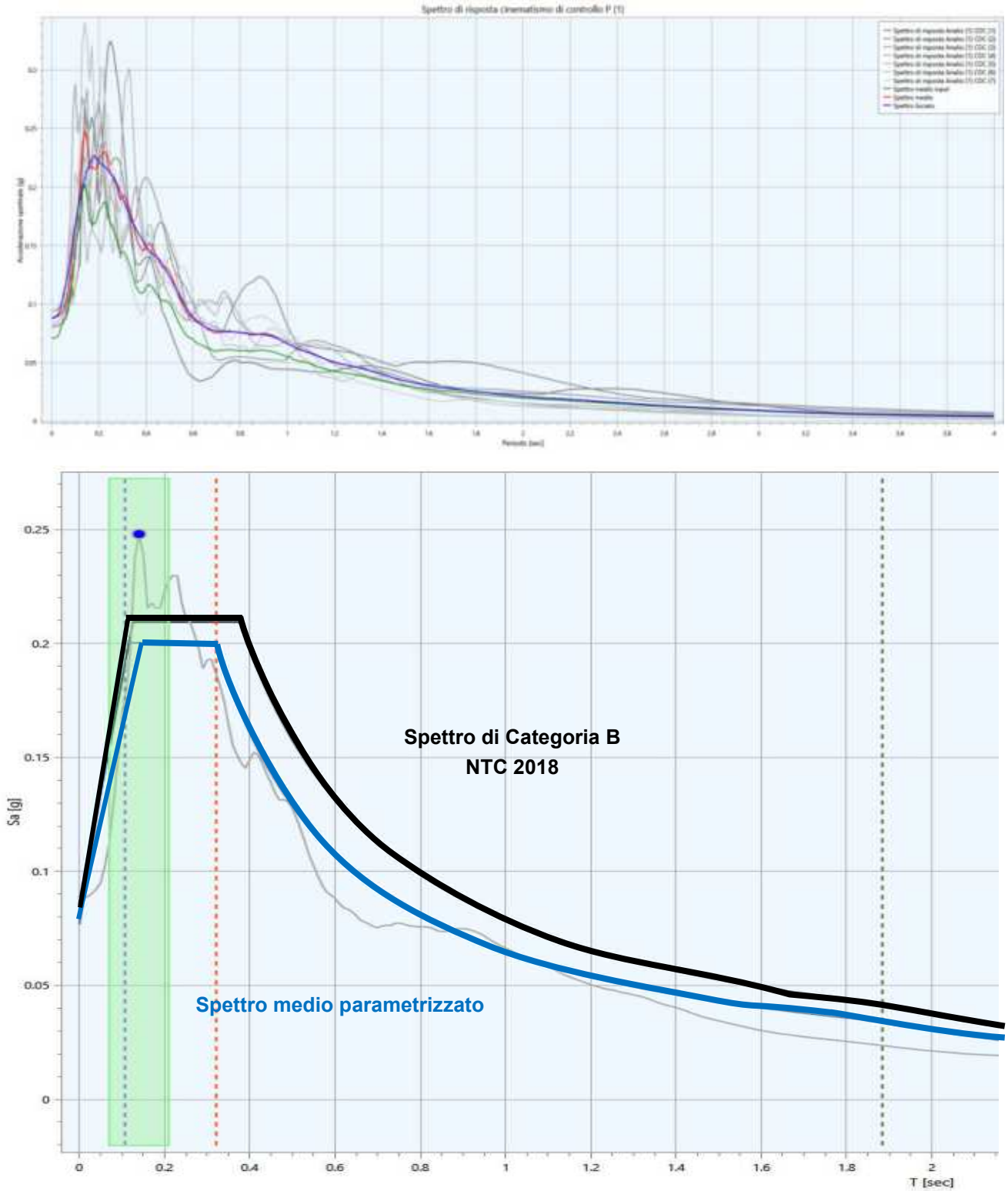


Figura 8 – Spettri di output (in alto) e relativo spettro medio di risposta elastica in superficie, calcolato per gli SLD con smorzamento del 5%: si mette a confronto lo spettro medio parametrizzato secondo normativa (linea blu) con lo spettro ricavato dall' approccio semplificato secondo NTC2018, che fa riferimento alla "Categoria di sottosuolo sismico" (CATEGORIA B) determinata sulla base delle indagini geofisiche in sito (linea nera).

In ultima analisi (Tabella 3) è quindi possibile mettere a confronto **i valori medi di F.A. calcolati nello studio di R.S.L.** (Fig. 9), con:

- **i valori di F.A. determinati nello studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° o 3° livello;**
- **i valori di F.A. ricavati con l'approccio semplificato**, seguendo quanto indicato nella **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021**, che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica", atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In particolare, per il sito di interesse, gli abachi da utilizzare sono riportati di seguito.

I parametri di input considerati sono:

→ **VsH = 325 m/s**

→ **H = 7,6 m** considerando il piano di appoggio della fondazione a -1.0 m da p.c. rispetto al modello desunto dalle indagini sismiche eseguite (vedi allegato)

MARGINE

Settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura, o la costa, caratterizzato da terreni alluvionali prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (Sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente comprese tra 50 e 100 m; questo settore è suddiviso in:

- **MARGINE di tipo A**: caratterizzato da terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di Vs media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti); H è riferito allo spessore di sedimenti fini o grossolani poco consolidati sovrastanti i sedimenti continentali più rigidi.

- **MARGINE di tipo B**: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini.

Per il sito di interesse vanno considerate le tabelle relative al **MARGINE di tipo A**.
Si considerano trascurabili gli effetti legati all'amplificazione topografica, pertanto l'entità dell'amplificazione sismica è imputabile ai soli fattori stratigrafici

.

MARGINE A

DIMINUZIONE →

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,3	2,1	1,8	1,5		
10	2,3	2,2	2,0	1,8		
15	2,1	2,1	2,0	1,8		
20	2,1	2,1	2,0	1,9		
25	2,0	2,0	2,0	1,9		
30	1,9	1,9	1,9	1,9		

Fattore di Amplificazione **PGA**

DIMINUZIONE →

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,9	1,7	1,7	1,6		
10	2,7	2,2	1,9	1,8		
15	3,3	2,9	2,3	2,0		
20	3,4	3,1	2,6	2,2		
25	3,3	3,2	2,8	2,4		
30	3,1	3,1	2,8	2,5		

Fattore di Amplificazione **SA2** (0,4s≤T≤0,8s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,3	2,0	1,7	1,5		
10	2,5	2,3	2,0	1,8		
15	2,4	2,4	2,1	1,9		
20	2,3	2,3	2,1	2,0		
25	2,2	2,2	2,1	2,0		
30	2,0	2,0	2,0	1,9		

Fattore di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,6	1,6	1,6	1,6		
10	2,0	1,8	1,7	1,7		
15	2,9	2,3	2,0	1,9		
20	3,4	2,8	2,3	2,0		
25	3,9	3,4	2,7	2,3		
30	3,8	3,6	3,0	2,5		

Fattore di Amplificazione **SA3** (0,7s≤T≤1,1s)

DIMINUZIONE →

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,2	1,9	1,7	1,6		
10	2,6	2,4	2,0	1,8		
15	2,6	2,5	2,2	1,9		
20	2,5	2,5	2,3	2,0		
25	2,3	2,3	2,2	2,1		
30	2,1	2,1	2,1	2,0		

Fattore di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,8	1,7	1,6	1,6		
10	2,3	2,0	1,8	1,7		
15	3,2	2,6	2,1	2,0		
20	3,5	3,1	2,5	2,1		
25	3,7	3,4	2,8	2,4		
30	3,6	3,5	3,0	2,6		

Fattore di Amplificazione **SI2** (0,5s≤T≤1,0s)

MARGINE B

DIMINUZIONE →

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
SA2	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
SA3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1
SA4	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9

Fattori di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s), **SA2** (0,4s≤T≤0,8s), **SA3** (0,7s≤T≤1,1s) e **SA4** (0,5s≤T≤1,5s)

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0
SI3	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s), **SI2** (0,5s≤T≤1,0s), **SI3** (0,5s≤T≤1,5s)

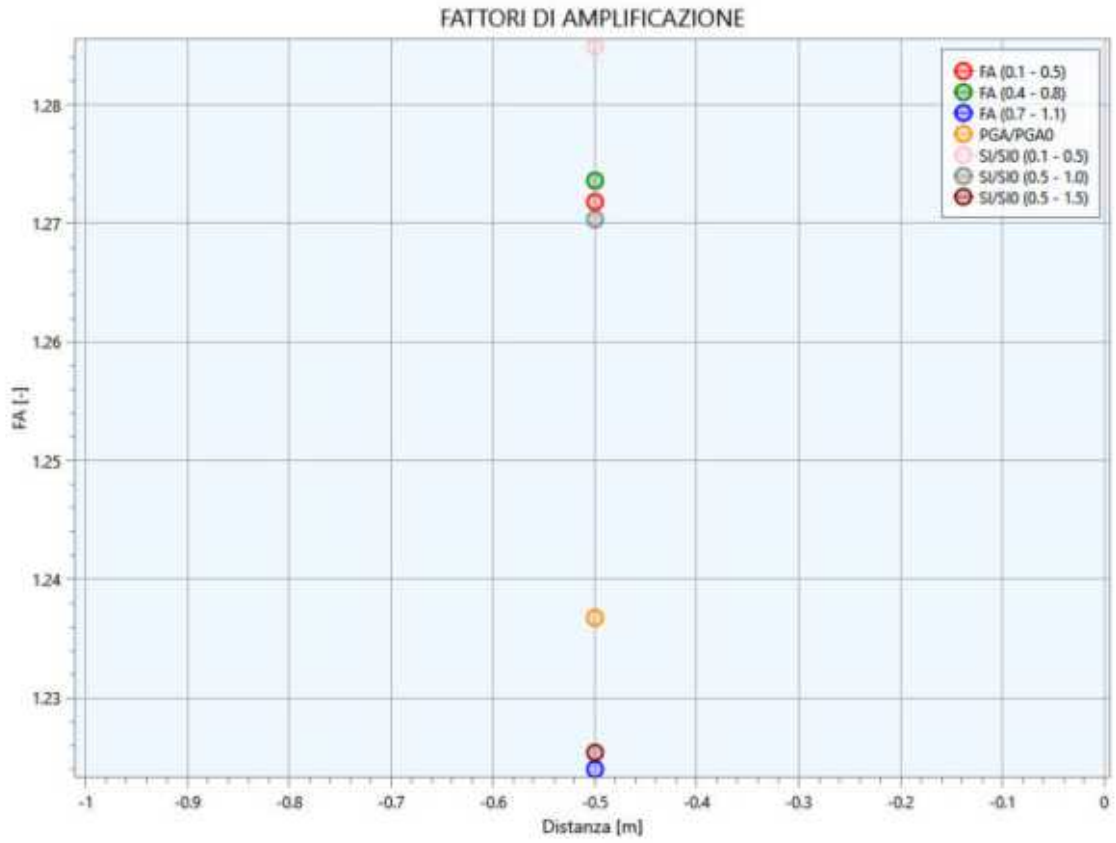


Figura 9 - Grafico di sintesi che rappresenta i valori dei FA per gli intervalli considerati.

Tabella 3 - Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Simica – MZS di 2° livello e il presente studio di "Risposta Sismica Locale - RSL".

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	**PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI**	**MICROZONAZIONE SISMICA DI 3° LIVELLO**	**RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.**
F.A. PGA	***1,5-1,8***	***2,03***	***1,24***
F.A. SA1 *(0.1s<T_0<0.5s)*	***1,5-1,8***	***1,66***	***1,27***
F.A. SA2 *(0.4s<T_0<0.8s)*	***1,6-1,8***	***1,12***	***1,27***
F.A. SA3 *(0.7s<T_0<1.1s)*	***1,6-1,7***	***1,06***	***1,22***
F.A. SI1 *(0.1s<T_0<0.5s)*	***1,6-1,8***	***1,58***	***1,29***
F.A. SI2 *(0.5s<T_0<1.0s)*	***1,6-1,7***	***1,20***	***1,27***
F.A. SI3 *(0.5s<T_0<1.5s)*	-	***Elaborato non presente***	***1,23***

In Fig. 10 si presenta il grafico riassuntivo dello spettro medio di output in accelerazione, calcolato per il sito di interesse. Il grafico è stato estrapolato dal foglio di calcolo Excel utilizzato e viene fornito in allegato al presente elaborato, insieme ai file .txt relativi a ciascuno spettro rappresentato.

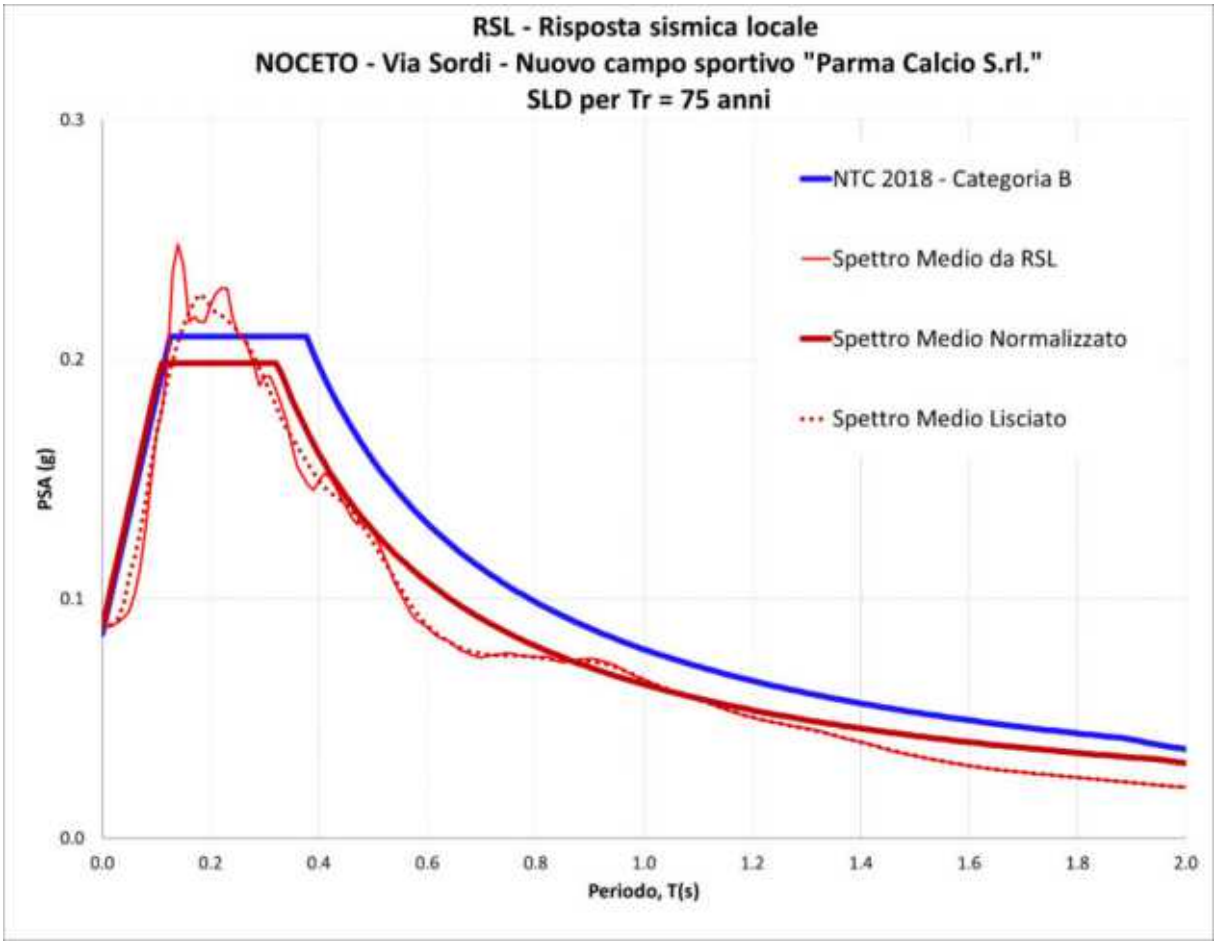


Figura 10 - Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI NOCETO

CALCOLO DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE PROPEDEUTICO ALLA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CAMPO SPORTIVO CON OPERE ACCESSORIE ANNESSE (tribune e spogliatoi)

SLV
Classe d'uso: III
Coefficiente d'uso Cu: 1,5
Vn: 50 anni
Tr: 712 anni

VIA SORDI

RELAZIONE GEOLOGICO - SISMICA

Committente:
Dott. Geol. Fabio Bussetti

Redazione:
Dott. Geol. Gabriele Oppo

Vicolo San Clemente N° 1, Borgo Val di Taro (PR)

Aprile 2026

1. Sismicità di base del Comune di Noceto

La sismicità storica del Comune di **Noceto** è stata estrapolata dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, Locati et al., 2016), redatto nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici", in cui sono stati classificati e catalogati 122701 dati di intensità per 3212 terremoti. I dati derivano da 185 tra studi, database, rapporti e bollettini pubblicati fino al 2016. Il numero di terremoti supportati da dati di intensità è quasi raddoppiato rispetto alla precedente versione (DBMI15 - da 1681 a 3212, pari rispettivamente al 53% e al 70% dei terremoti in catalogo) che fanno parte del "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15).

La sismicità del territorio comunale di **Noceto** è riassunta graficamente nel diagramma di Fig. 1. Nella tabella di riferimento sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Oltre alla stessa intensità al sito (Is), sono indicati l'anno, il mese, il giorno e l'ora in cui si è verificato, il numero dei dati puntuali d'intensità disponibili (Np), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la Magnitudo momento (Mw).

Secondo la zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale redatta da INGV, il Comune di **Noceto** ricade a ridosso della:

- **Zona Sismogenetica 913**", dove la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po), caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, che si verificano a profondità comprese tra **12 e 20 km**.

Consultando il sito dell'INGV (**http://esse1-gis.mi.ingv.it**) si può accedere ad un sistema che consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°.
Le mappe riportano due distinti parametri dello scuotimento:

- **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo);
- **Se(T)** (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T, in accelerazione).

Relativamente al Comune di **Noceto** tali mappe (Fig. 2) riportano valori congruenti con quelli di cui all'Allegato A4 della D.A.L. Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2.5.2007, che attribuisce al Comune di **Noceto** un valore di accelerazione di picco al suolo (cioè per T = 0, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g a_{refg}, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) di **0.152 g**.

Dalla carta si evince che il territorio del Comune di **Noceto** ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a max) pari a 0**.150÷0.175 g**.

Azioni sismiche di progetto

Come richiesto da NTC 2008 e successivo aggiornamento del 2018, per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, a partire dalla pericolosità sismica di base, si è utilizzato il software GEOSTRU, nella

quale sono stati introdotti alcuni parametri di calcolo che dovranno comunque essere verificati dal progettista strutturale.

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, si assume:

Classe d'uso: III;

Coefficiente d'uso Cu: 1,5;

Vita nominale dell'opera Vn:≥ 50 anni;

quindi, periodo di riferimento **Vr: ≥ 75 anni**

Il tempo di ritorno (T_R) viene determinato introducendo nell'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

il periodo di riferimento della costruzione V_R (definito sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto) e la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}.

Il **Periodo di riferimento** della costruzione è dato da:

Vr = Vn x Cu = 50 X1,5 =75anni

- Vita nominale dell'Opera (Vn):

  La "Vita nominale" viene stimata in base al Tipo d'opera

  nel caso in esame si è considerata Vn ≥ **50 anni** per "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*" (come definito dalla Tab. 2.4.I del D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) .

- Coefficiente d'uso (Cu):

  Il Coefficiente d'uso viene stimato in base alla Classe d'uso;

  Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

  Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

  Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

  Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

  Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame si è considerata **Cu=1.00** per ***Classe II***

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto riguarda le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, sono stati assunti i valori indicati nell' '"Aggiornamento delle N.T.C. 2018" (Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1):

Tab. 3.2.I – *Probabilità di superamento* P_{V_R} *in funzione dello stato limite considerato*

Stati Limite	P_{V_R}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni *ag* e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

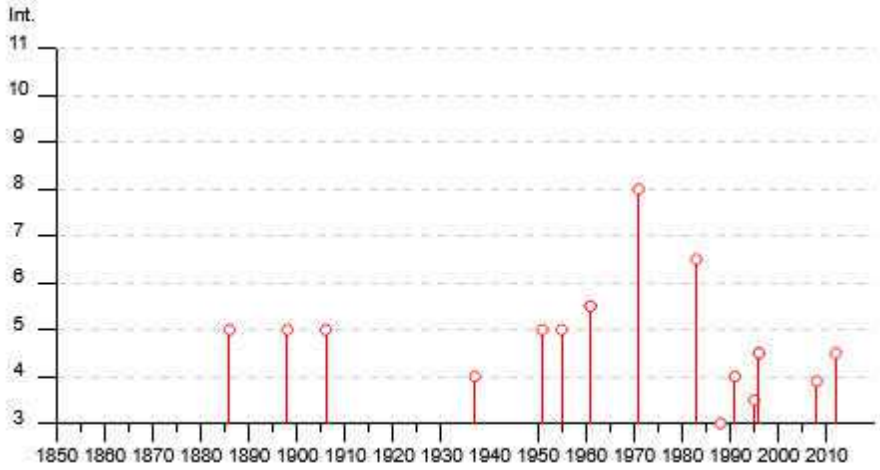
- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2475 anni.

Il sito in esame, non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g, F_0, e T_C^*(Tabella 1) sono stati determinati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Noceto

PlaceID	IT_36498
Coordinate (lat, lon)	44.809, 10.180
Comune (ISTAT 2015)	Noceto
Provincia	Parma
Regione	Emilia-Romagna
Numero di eventi riportati	22



Effetti	In occasione del terremoto del														
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1886	10	15	02	20		Collecchio	44	6	4.70
5	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
NF	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6	4.59
5	1906	08	25	03	11		Parmense	31	5	4.25
4	1937	09	17	12	19	0	Parmense	34	7	4.77
5	1951	05	15	22	54		Lodigiano	179	6-7	5.17
5	1955	03	12	06	57	0	Parmense	15	5	4.15
5-6	1961	08	13	22	34	1	Parmense	22	5-6	4.37
5-6	1961	08	14	01	03	0	Parmense	14	5-6	4.47
2	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
8	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
6-7	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
3	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
2-3	1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4	4.04
4	1991	10	31	09	31	1	Emilia occidentale	134	5	4.33
3-4	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
4-5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4-5	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
F	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36
4-5	2012	01	25	08	06	3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98

Figura 1 - a) Diagramma della storia sismica di Noceto, limitatamente ai terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 3 a partire dal 1900; b) Elenco dei terremoti più forti risentiti nell'area di Noceto tra il 1800 e il 2015. Fonte dati: INGV Database Macrosismico Italiano 2015

- http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/

Tabella 1 - Valori dei parametri a_g, F_0 , T_C^* per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite e coefficienti sismici determinati per il sito in esame (Lat. e Long. In Coordinate WGS84 e ED50).

Parametri sismici introdotti	
Categoria Sottosuolo	B
Categoria Topografica	T1
Periodo di riferimento	75 anni
Coeff. Cu	1,5

Stati Limite		Probabilità di superamento	Tempo di ritorno T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_C^* (s)
Stati limite d'esercizio	SLO	81%	45	0,056	2,474	0,252
	SLD	63%	75	0,071	2,458	0,262
Stati limite ultimi	SLV	10%	712	0,172	2,460	0,283
	SLC	5%	1462	0,215	2,481	0,291

COEFFICIENTI SISMICI DETERMINATI				
	SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Amplificazione stratigrafica Ss	1,20	1,20	1,20	1,19
Coeff. funz. Categoria Cc	1,45	1,44	1,42	1,41
Amplificazione Topografica St	1,0	1,0	1,0	1,0
Componente Orizzontale Kh	0,014	0,017	0,049	0,071
Componente verticale Kv	0,007	0,009	0,025	0,036
Acceleraz. Max attesa in sito Amax:	0,662	0,836	2,022	2,504
Beta:	0,200	0,200	0,240	0,280

Dati di input per l'analisi di RSL: accelerogrammi

Gli accelerogrammi utilizzati per uno studio di RSL dovrebbero essere rappresentativi della sismicità del sito, prendendo in considerazione alcuni parametri fondamentali quali:

- Caratteristiche sismogenetiche della sorgente (meccanismo focale);
- Magnitudo;
- Distanza epicentrale;
- Sito di registrazione (categoria di sottosuolo sismico di appartenenza, preferibilmente cat. A);
- Massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

In uno studio di RSL possono essere utilizzati accelerogrammi sintetici e/o accelerogrammi naturali; questi ultimi sono dotati di un più realistico contenuto in frequenze e numero di cicli, conservando le caratteristiche specifiche del sisma in termini di "Intensità I" nel sito di registrazione, "Magnitudo M" dell'evento, e "Distanza d" dal sito all'epicentro tramite la legge di attenuazione, pertanto vengono generalmente preferiti ai primi. L'operazione che consente di stabilire quali sono i "range" caratteristici dei parametri sismici che concorrono alla definizione della pericolosità sismica (con metodo probabilistico) di un determinato sito, prende il nome di "*Disaggregazione*".
Dal sito dell'INGV (**http://esse1-gis.mi.ingv.it**), oltre alla "*Mappa di pericolosità sismica*" (Fig. 2a), per il territorio del Comune di **Noceto**, è possibile estrapolare il relativo grafico della "*Disaggregazione*" (Fig. 2b).
Nel caso in esempio si può notare come la massima percentuale, pari al **32,7%** sia definita per terremoti di magnitudo compresa fra **4,5-5 M**, nel range di distanza tra **0-10 km.**

Gli accelerogrammi naturali possono essere selezionati da archivi nazionali e internazionali grazie:

- all'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009);
- ad applicativi web-gis (SEISM-HOME della Fondazione EUCENTRE di Pavia);

che consentono di reperire dei set di accelerogrammi spettro compatibili secondo quanto indicato nelle "Norme Tecniche delle Costruzioni - NTC2008 e aggiornamento NTC2018".

Nel caso in esame, sono stati utilizzati n.7 accelerogrammi spettro compatibili estraendoli con all'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009)

In Tabella 2 si riportano alcune informazioni relative agli accelerogrammi utilizzati.
Gli accelerogrammi sono quindi stati inseriti nel software di elaborazione per il calcolo della risposta sismica locale (**LSR 2D" *- Version 5.0.12 della STACEC)*** già opportunamente scalati rispetto al valore di PGA al bedrock attesa in sito, considerando un sottosuolo rigido affiorante (Cat. A) e **TR 712 anni** (Fig.3a); in Fig. 3b si riportano gli spettri di input associati agli accelerogrammi selezionati.

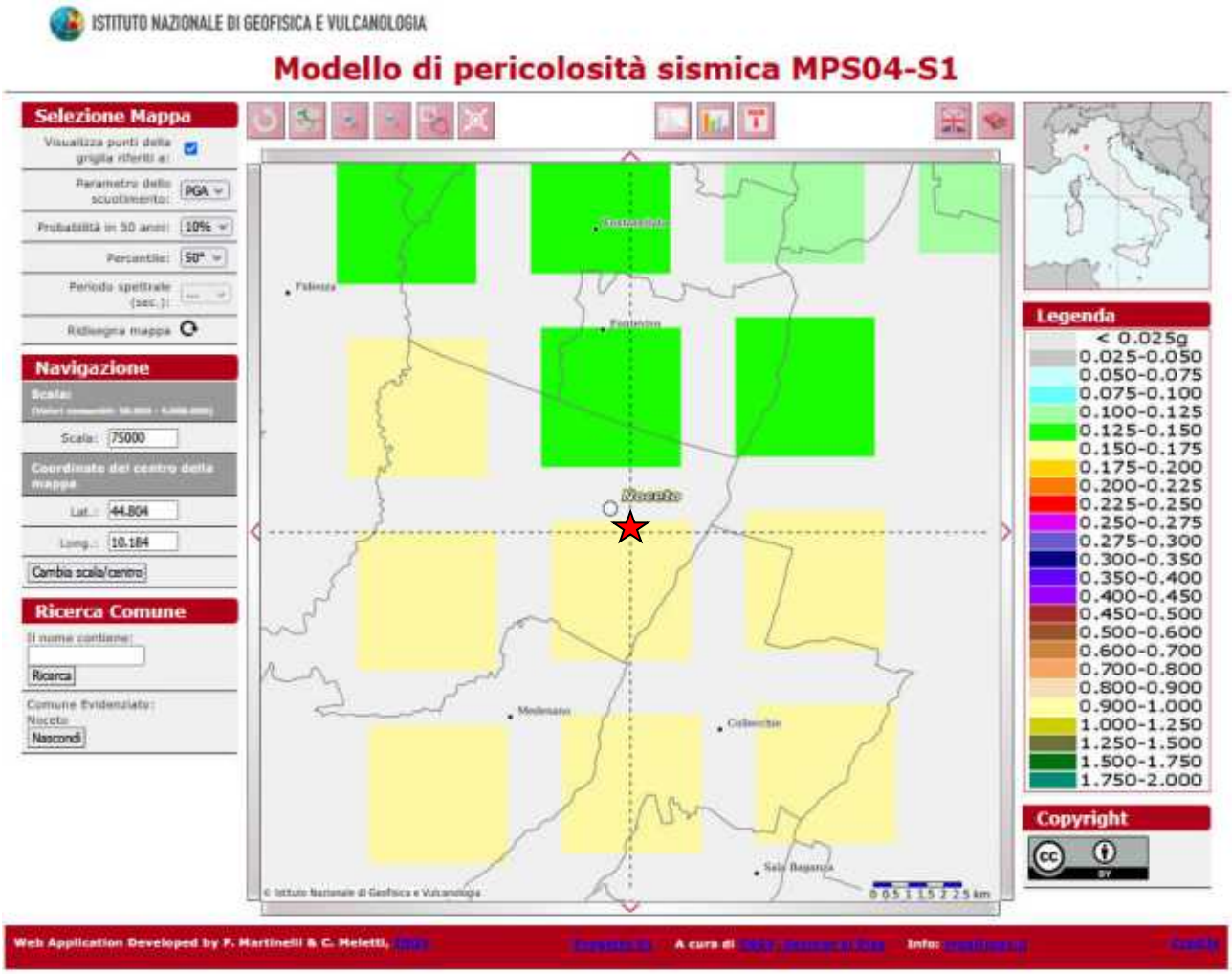
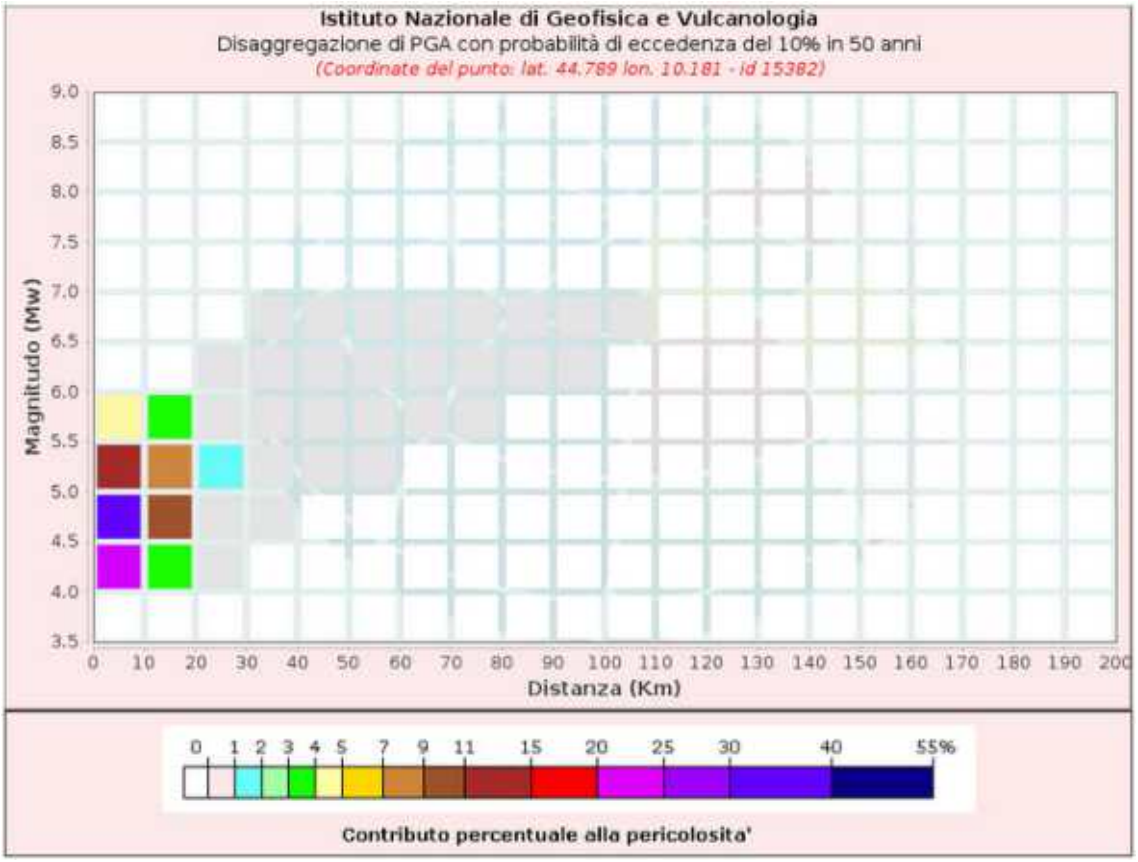


Figura 2a - Mappa di pericolosità sismica per il territorio del Comune di Noceto espressa in termini di a(g) e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (TR = 475 anni) (INGV); gli assi sono centrati sul sito di interesse.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44.789 lon. 10.181 - id 15382)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	20.9000	32.7000	14.3000	4.3100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.9400	9.5300	7.1200	3.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0607	0.7870	1.3300	0.8810	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0079	0.1850	0.2760	0.0856	0.0156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0104	0.0904	0.1050	0.0227	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0174	0.0461	0.0127	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0213	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0069	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.85	8.06	0.823

Figura 2b: Contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale (INGV)

ACCELEROGRAMMI DI INPUT

SCALATI ag/g = 0,172

Tabella 2 - Dataset informativo relativo ai 7 accelerogrammi utilizzati nello studio di risposta sismica locale.

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	EC8 Site class
90	25	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 3RD SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.8908	A
90	25	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 3RD SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.8908	A
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	A
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	A
275	71	ATN	VAL COMINO EARTHQUAKE	11/05/1984	5.5	Normal	19.2026	A
281	71	PSC	VAL COMINO EARTHQUAKE	11/05/1984	5.5	Normal	9.0799	A
613	139	ZCC	LUNIGIANA	07/07/1999	4.7	Normal	10.087	A
mean:					5.61429		14.9989286	

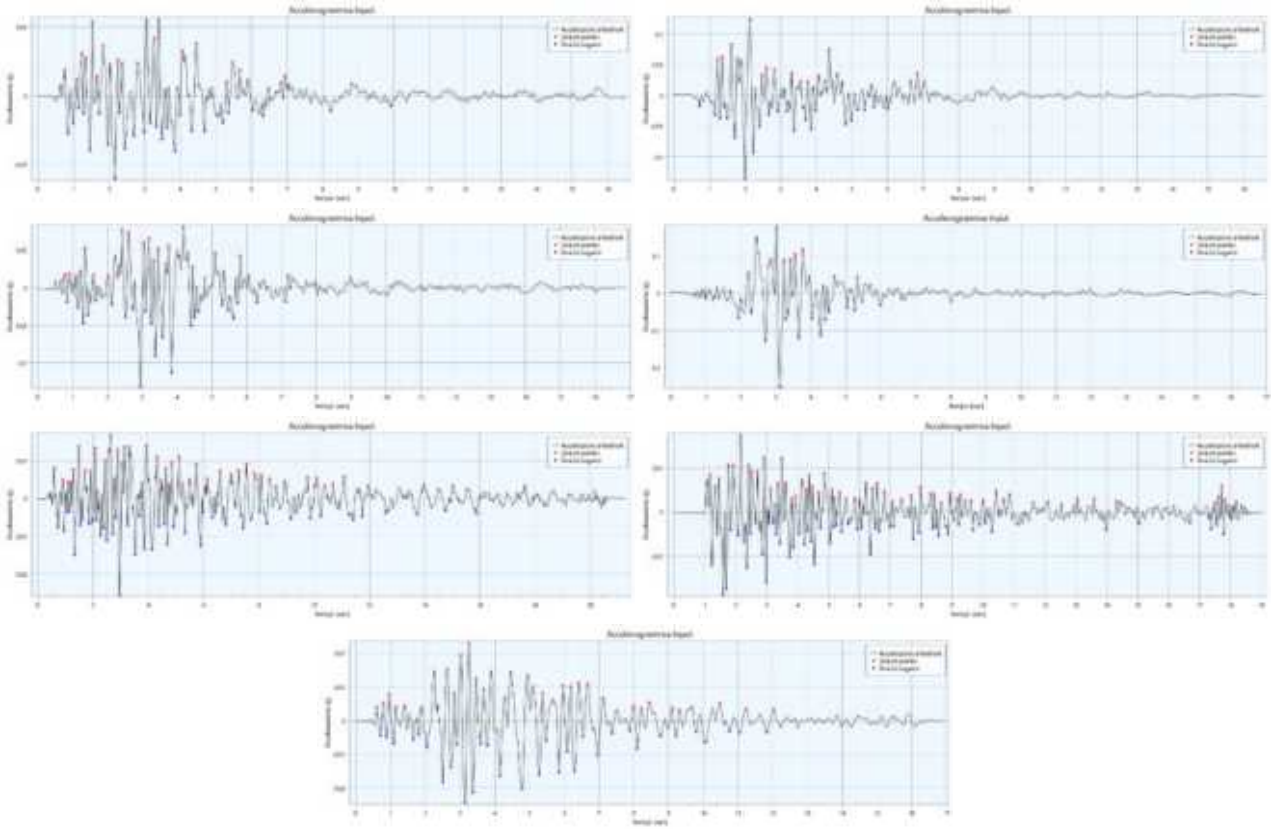


Figura 3a - Serie temporali di input che vengono poi riscalate in funzione della P.G.A.0 attesa al bedrock sismico (sottosuolo di Cat. A).

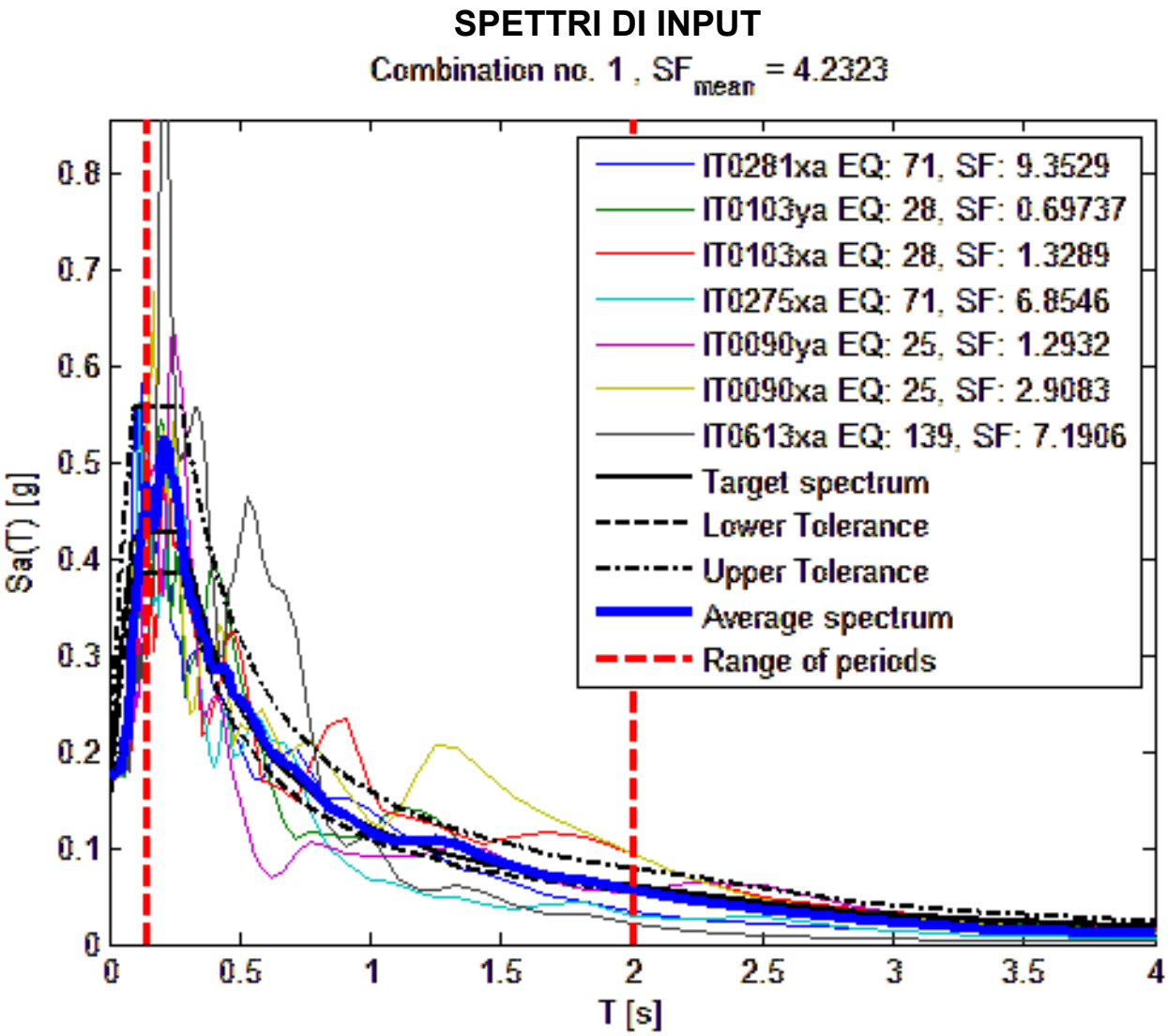


Figura 3b - Spettri di input che fanno riferimento alle serie temporali degli accelerogrammi presentate in Tabella 2, estrapolate con i software di riferimento o con gli applicativi webgis sopra indicati.

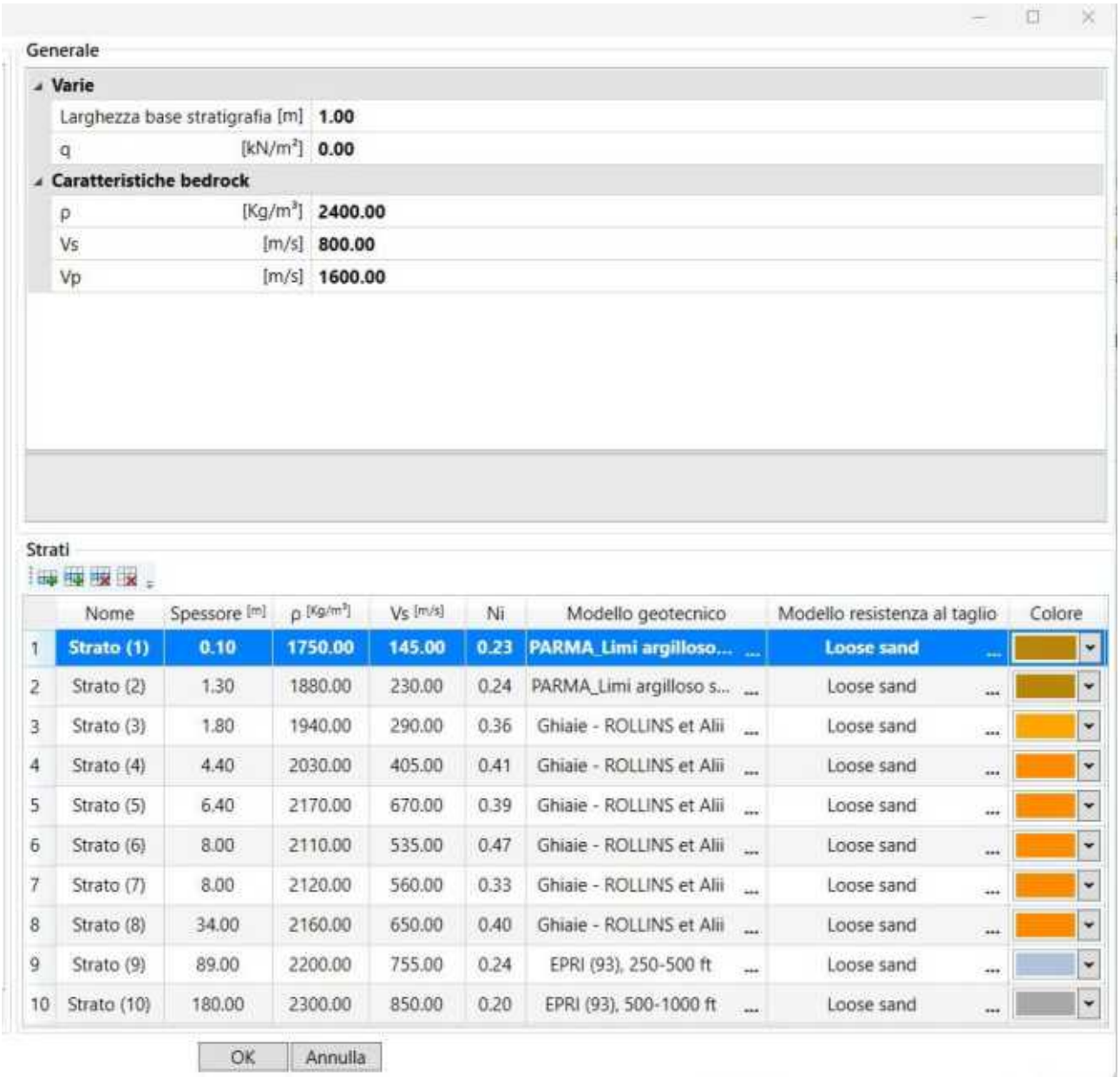
Dati di input per l'analisi di RSL: modello sismo-stratigrafico

Attraverso le prove geotecniche e sismiche eseguite in sito (vedi allegati) e all'analisi dei dati estrapolati dal database cartografico della Regione Emilia Romagna (*http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/index.htm*) relativi a pozzi e carotaggi realizzati nell' intorno dell'area d'interesse, si è ottenuto il modello sismo-stratigrafico semplificato riportato in Fig. 4, ipotizzando una **quota del piano di fondazione a -1,0m da p.c.**.

Attraverso il software di calcolo "***LSR 2D - Versione: 5.0.12***", è stata quindi calcolata la risposta dinamica monodimensionale (1D), optando per una analisi equivalente lineare (EQL), basata su un modello di propagazione lineare delle onde in cui le proprietà dinamiche del terreno, quali "Modulo di taglio G" e "Rapporto di smorzamento D", vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Pertanto, a ciascuno strato definito nel modello sismo-stratigrafico di Fig. 4, è stata associata una coppia di curve che definisce il comportamento non lineare del terreno in funzione di un aumento percentuale della deformazione di taglio:

- la curva di decadimento del Modulo di rigidezza al taglio G alle basse deformazioni espresso come rapporto G/G0 (Fig. 5a);
- la curva di variazione dello smorzamento D (Fig. 5b).



Generale

Varie		
Larghezza base stratigrafia [m]		**1.00**
q	[kN/m²]	**0.00**
Caratteristiche bedrock		
ρ	[Kg/m³]	**2400.00**
Vs	[m/s]	**800.00**
Vp	[m/s]	**1600.00**

Strati

	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	**Strato (1)**	**0.10**	**1750.00**	**145.00**	**0.23**	**PARMA_Limi argilloso,...**	**Loose sand**	
2	Strato (2)	1.30	1880.00	230.00	0.24	PARMA_Limi argilloso s...	Loose sand	
3	Strato (3)	1.80	1940.00	290.00	0.36	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
4	Strato (4)	4.40	2030.00	405.00	0.41	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
5	Strato (5)	6.40	2170.00	670.00	0.39	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
6	Strato (6)	8.00	2110.00	535.00	0.47	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
7	Strato (7)	8.00	2120.00	560.00	0.33	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
8	Strato (8)	34.00	2160.00	650.00	0.40	Ghiaie - ROLLINS et Alii	Loose sand	
9	Strato (9)	89.00	2200.00	755.00	0.24	EPRI (93), 250-500 ft	Loose sand	
10	Strato (10)	180.00	2300.00	850.00	0.20	EPRI (93), 500-1000 ft	Loose sand	

OK Annulla

Figura 4 - Schermate di Input tratte dal software "LSR 2D", dove viene definito il modello sismo-stratigrafico del sito di interesse, ipotizzando una quota del piano di fondazione a -1,0m da p.c.: ad ogni singolo strato viene attribuito un valore rappresentativo delle Vs e del Peso di volume; inoltre ad ogni intervallo stratigrafico viene assegnata la relativa coppia di curve di decadimento del modulo di taglio G/G0 e dello smorzamento D(%).

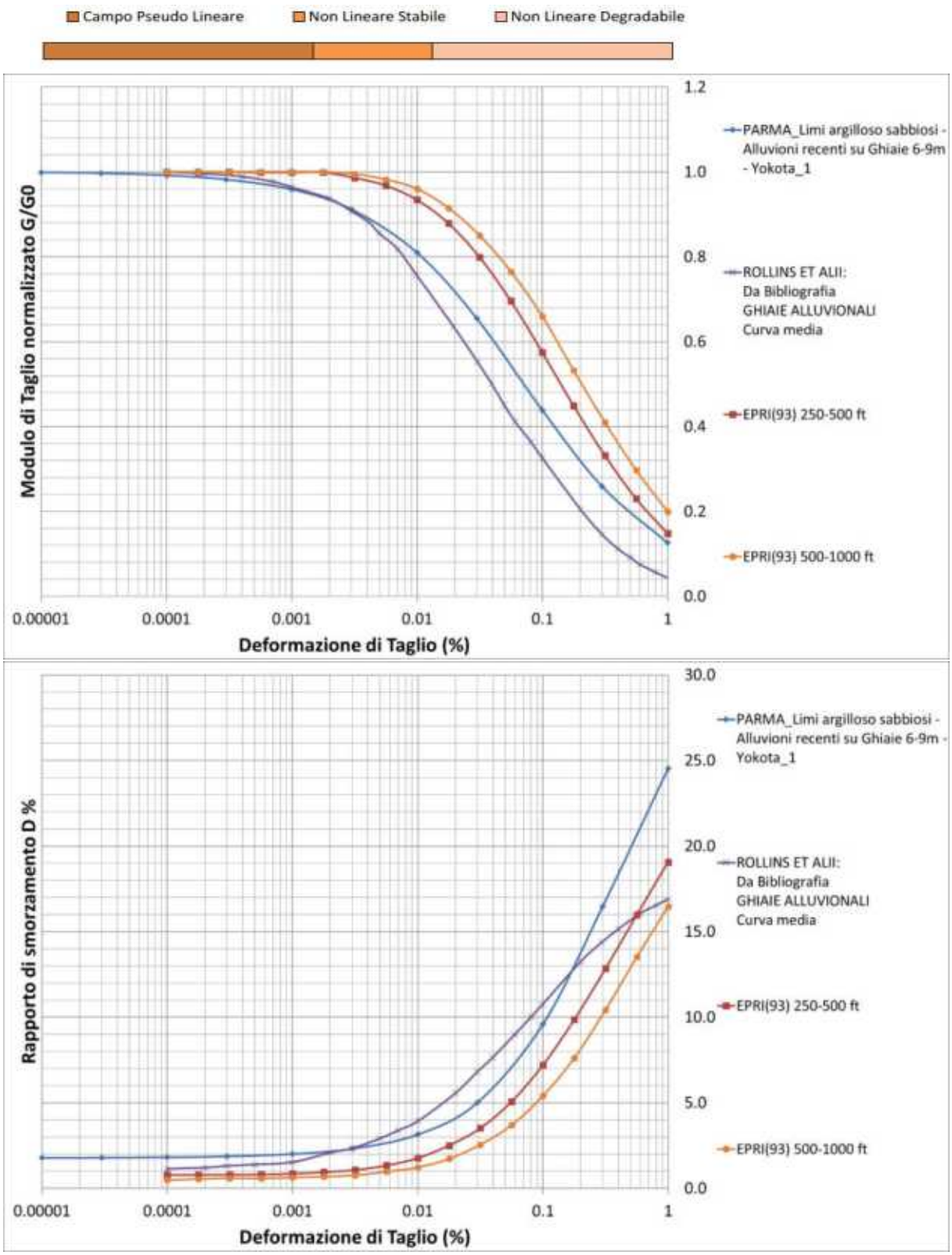


Figura 5 - Curve di decadimento espresse come rapporto G/G0 (Fig. 5a) e curve dello smorzamento D(%) (Fig. 5b) entrambe in funzione dello sforzo di taglio applicato, associate ad ogni singolo strato che definisce il modello sismo-stratigrafico di input presentato in Fig.4.

Grafici di output della RSL

A seguito della modellizzazione numerica e dei grafici di output ottenuti dalla simulazione in LSR 2D, possono essere ricavate diverse informazioni, che permettono di descrivere in maniera dettagliata il comportamento sismico della colonna stratigrafica soprastante il bedrock di riferimento.

I parametri di output vengono di seguito elencati:

- Arias Intensity Profile → Intensità di Arias;
- Damping Ratio → Rapporto di Smorzamento;
- Dissipated Energy Profile → Profilo di energia dissipata;
- Final Shear-Wave Velocity Profile → Velocità finale delle onde di taglio;
- Initial Shear-Wave Velocity Profile →Velocità iniziale delle onde di taglio;
- P.G.A → Peak Ground Acceleration Profile;
- P.G.D. → Peak Ground Displacement Profile;
- Maximum Error Profile → Massimo errore;
- Maximum Shear-Strain Profile → Massima deformazione di taglio;
- Maximum Shear-Stress Profile → Massimo modulo di taglio
- Peak Ground Velocity Profile → Massima Velocita per ogni profondità;
- Shear-Modulus Profile → Modulo di taglio;
- Stress Ratio Profile → Rapporto fra Massimo sforzo di taglio e Massimo sforzo efficace;
- Stress Reduction Coefficient (r_d) Profile → Coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio rd
- Vertical Total Stress Profile → Pressione vertical totale;
- Vertical Effective Stress Profile → Pressione verticale efficace;
- Time Series → le serie temporali in accelerazione, spostamento, velocità, deformazione di taglio e sforzo di taglio alle profondità desiderate;
- Acceleration Response Spectrum → Gli spettri di risposta in accelerazione;
- Fourier Amplitude Spectrum → Lo spettro di Fourier in ampiezza;
- Acceleration Transfer Fuction → La funzione di trasferimento dell'accelerazione → Rapporto degli spettri di Fourier delle accelerazioni;
- Spectral Ratio → Il Rapporto Spettrale (rapporto fra spettri di risposta);
- Strain Transfer Function → La funzione di trasferimento delle deformazioni ovvero il Rapporto fra spettro di Fourier delle deformazioni e spettro di Fourier delle accelerazioni;

Verranno prese in considerazione soltanto alcune delle informazioni ricavate dallo studio di RSL, in particolare quelle che possono avere una ricaduta più sostanziale ai fini progettuali dell'opera.

1) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Definisce la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità.

Consente di valutare l'entità dell'amplificazione locale, intesa come rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.0 al bedrock (sottosuolo di categoria A) (Fig. 6).

Si rammenta che per il Comune di **Noceto** si partiva da una ag_{max} al suolo rigido pari a **0,172g**.

Gli esiti mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi input sismici assegnati: il rapporto PGA/PGA0 più cautelativo al suolo (cioè il più elevato) è ricavato dall'input:

- **IT0281xa_6** **FA pga $_{max}$ = 1,32**

mentre il valore F.A. medio definito su n.7 accelerogrammi è:

FA pga $_{medio}$ 1,22

INPUT SISMICO	PGA bedrock	Pga Superficie	F.A.
IT0090xa_1	0,172	0,197	1,15
IT0090ya_2	0,172	0,204	1,19
IT0103xa_3	0,172	0,195	1,13
IT0103ya _4	0,172	0,224	1,30
IT0275xa_5	0,172	0,210	1,22
IT0281xa_6	0,172	0,227	1,32
IT0613xa_7	0,172	0,217	1,26
Media	**0,172**	**0,210**	**1,22**

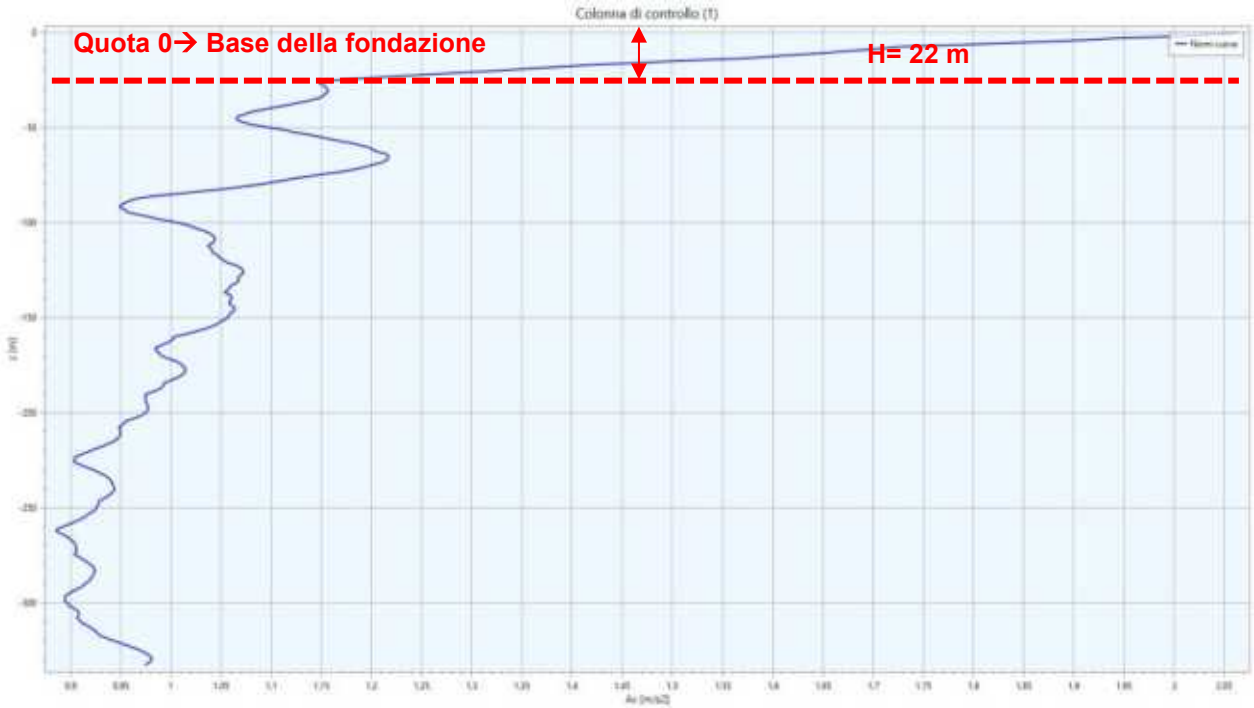


Figura 6 - P.G.A. Profile: si può notare un incremento rilevante della PGA in corrispondenza degli orizzonti più superficiali come da modello di Fig. 4 (da circa 22m di profondità fino alla quota zero, ipotizzata a -1,0m da p.c. alla base della fondazione), e in particolare si può osservare il contributo all'amplificazione dei primi 7.2m, rappresentati da orizzonti con Vs < 360 m/s o leggermente superiore ad essa.

2) Housner Intensity - Intensità di Housner

L'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) viene definita come segue:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove PSV è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, **T** e **ξ** sono rispettivamente **il periodo** e **lo smorzamento strutturale**.

Questo parametro di severità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in esame, dal momento che la maggior parte delle strutture hanno un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra 0.1 e 2.5 secondi. Dimensionalmente l'intensità di Housner è uno spostamento (cm).

Di seguito il valore di "Intensità di Housner" viene presentato per i seguenti intervalli di riferimento:

- 0,1<SI<0,5 (Fig. 7a);
- 0,5<SI<1,0 (Fig. 7b);
- 0,5<SI<1,5 (Fig. 7c).

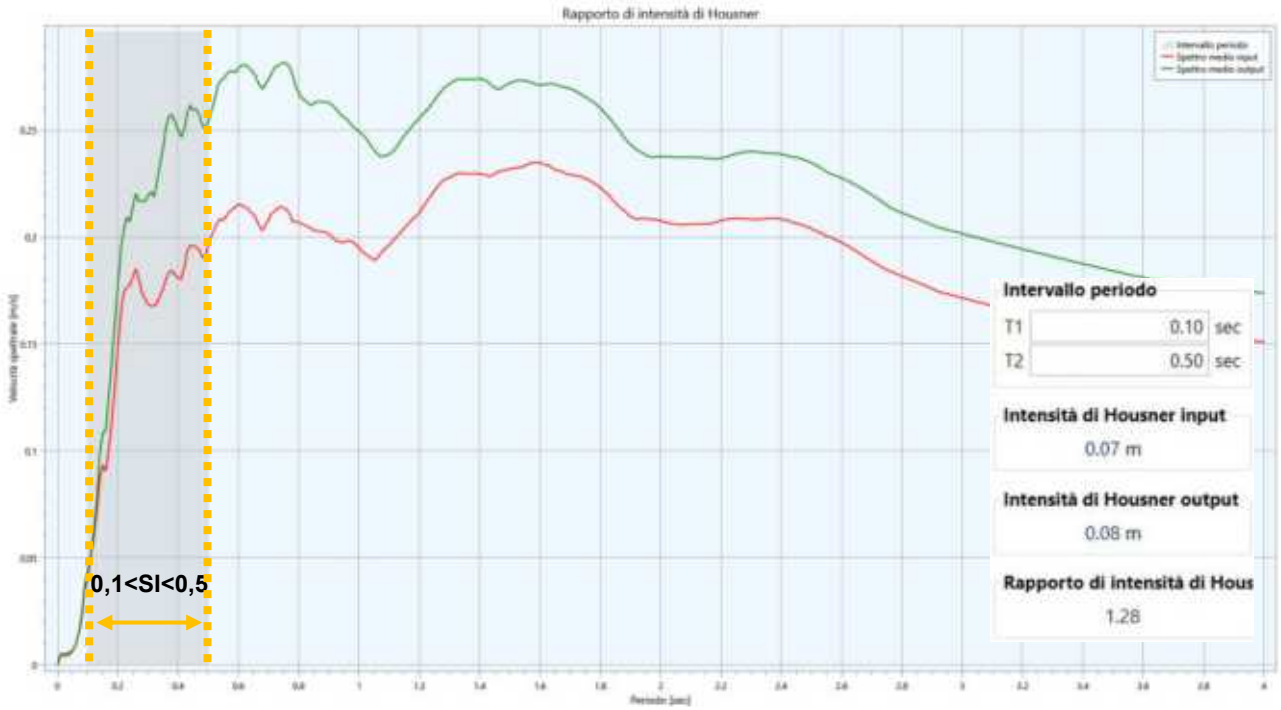


Figura 7a - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,1<SI<0,5.

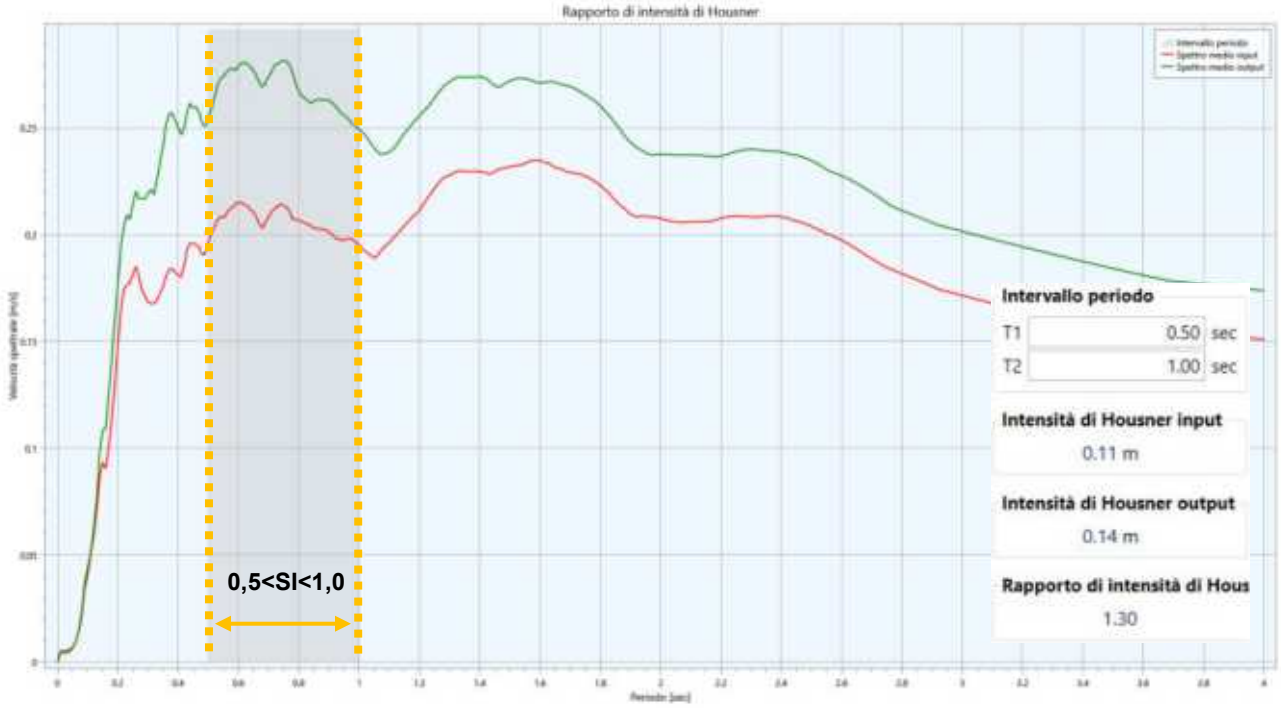


Figura 7b - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,5<SI<1,0.

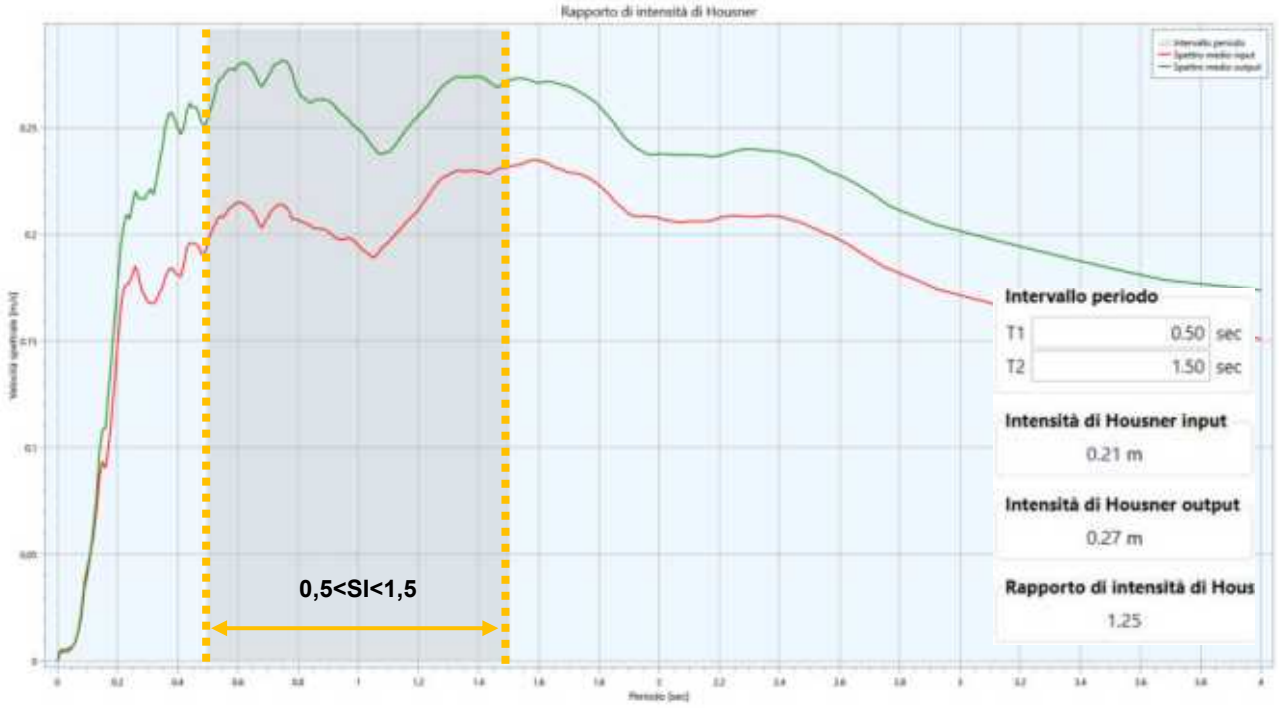


Figura 7c - Intensità di Housner fra gli intervalli 0,5<SI<1,5.

3) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Rappresenta l'elaborato fondamentale richiesto dagli strutturisti e in "LSR 2D" può essere calcolato sia in superficie che per una profondità di interesse.

Nel caso in esame (Fig. 8) è stato calcolato per gli **SLV ad una quota di -1,0m da p.c.**, con un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 5%. Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, il sito presentava un valore di **Vs30** di **442 m/s**, ed è stato classificato in "**Categoria B**". Osservando in dettaglio il grafico (Fig. 8) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sopra di quello semplificato di

"**Categoria B**" per valori di T< 0,32 s e al di sotto per valori di T >0,32 s. Lo spettro medio è stato poi parametrizzato secondo la tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della "*media*".

Resta compito dello strutturista definire il valore del periodo proprio e dello smorzamento della struttura, andando a modificare lo "spettro di progetto" in funzione del "*Fattore di struttura q*".

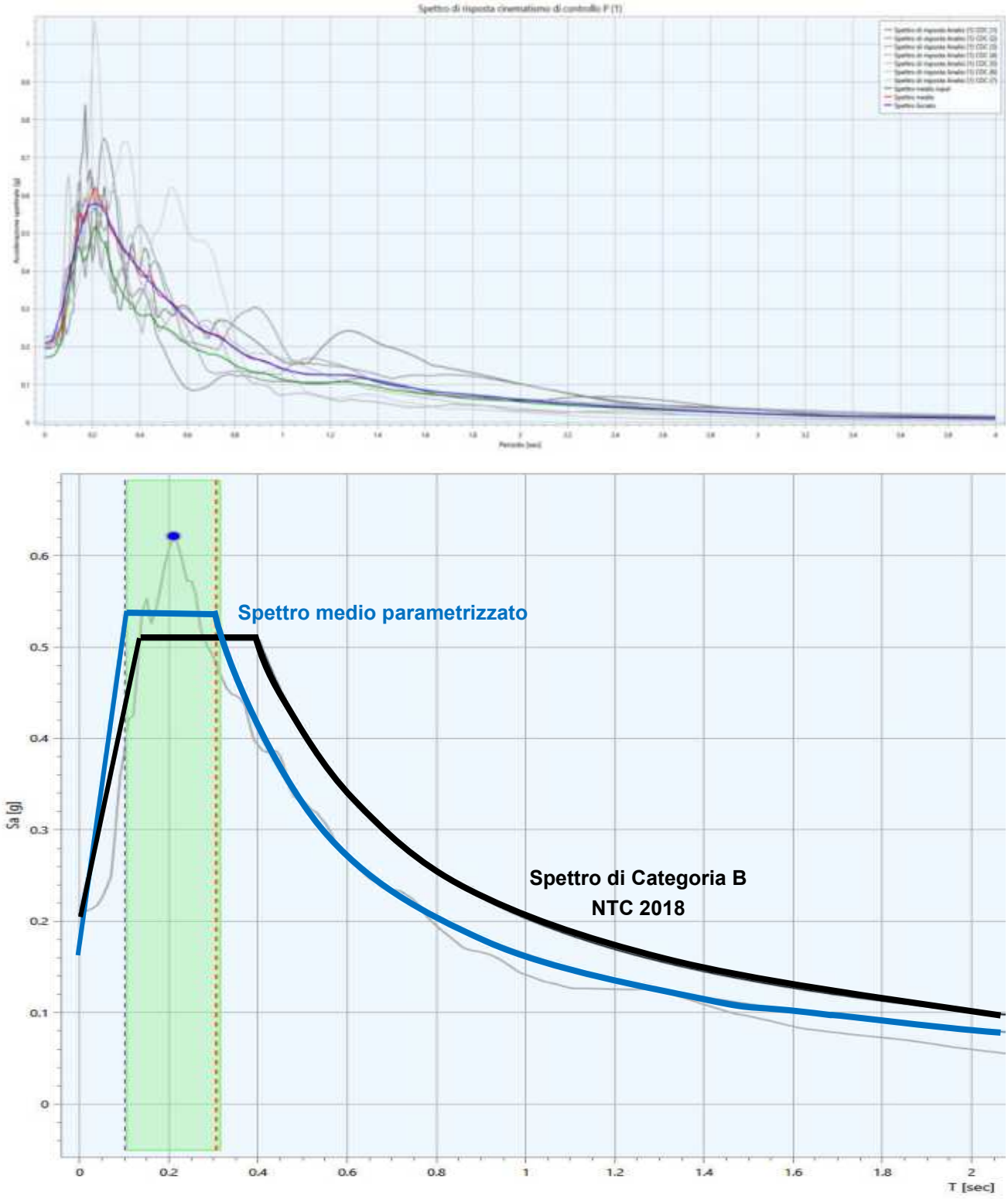


Figura 8 – Spettri di output (in alto) e relativo spettro medio di risposta elastica in superficie, calcolato per gli SLV con smorzamento del 5%: si mette a confronto lo spettro medio parametrizzato secondo normativa (linea blu) con lo spettro ricavato dall' approccio

semplificato secondo NTC2018, che fa riferimento alla "Categoria di sottosuolo sismico" (CATEGORIA B) determinata sulla base delle indagini geofisiche in sito (linea nera).

In ultima analisi (Tabella 3) è quindi possibile mettere a confronto **i valori medi di F.A. calcolati nello studio di R.S.L.** (Fig. 9), con:

- **i valori di F.A. determinati nello studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° o 3° livello;**
- **i valori di F.A. ricavati con l'approccio semplificato**, seguendo quanto indicato nella **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021**, che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica", atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In particolare, per il sito di interesse, gli abachi da utilizzare sono riportati di seguito.

I parametri di input considerati sono:

- → **VsH = 325 m/s**
- → **H = 7,6 m** considerando il piano di appoggio della fondazione a -1.0 m da p.c. rispetto al modello desunto dalle indagini sismiche eseguite (vedi allegato)

MARGINE

Settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura, o la costa, caratterizzato da terreni alluvionali prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (Sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente comprese tra 50 e 100 m; questo settore è suddiviso in:

- **MARGINE di tipo A**: caratterizzato da terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di Vs media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti); H è riferito allo spessore di sedimenti fini o grossolani poco consolidati sovrastanti i sedimenti continentali più rigidi.

- **MARGINE di tipo B**: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini.

Per il sito di interesse vanno considerate le tabelle relative al **MARGINE di tipo A**.
Si considerano trascurabili gli effetti legati all'amplificazione topografica, pertanto l'entità dell'amplificazione sismica è imputabile ai soli fattori stratigrafici

.

MARGINE A

DIMINUZIONE →

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,3	2,1	1,8	1,5		
10	2,3	2,2	2,0	1,8		
15	2,1	2,1	2,0	1,8		
20	2,1	2,1	2,0	1,9		
25	2,0	2,0	2,0	1,9		
30	1,9	1,9	1,9	1,9		

Fattore di Amplificazione **PGA**

DIMINUZIONE →

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,9	1,7	1,7	1,6		
10	2,7	2,2	1,9	1,8		
15	3,3	2,9	2,3	2,0		
20	3,4	3,1	2,6	2,2		
25	3,3	3,2	2,8	2,4		
30	3,1	3,1	2,8	2,5		

Fattore di Amplificazione **SA2** (0,4s≤T≤0,8s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,3	2,0	1,7	1,5		
10	2,5	2,3	2,0	1,8		
15	2,4	2,4	2,1	1,9		
20	2,3	2,3	2,1	2,0		
25	2,2	2,2	2,1	2,0		
30	2,0	2,0	2,0	1,9		

Fattore di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,6	1,6	1,6	1,6		
10	2,0	1,8	1,7	1,7		
15	2,9	2,3	2,0	1,9		
20	3,4	2,8	2,3	2,0		
25	3,9	3,4	2,7	2,3		
30	3,8	3,6	3,0	2,5		

Fattore di Amplificazione **SA3** (0,7s≤T≤1,1s)

DIMINUZIONE →

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,2	1,9	1,7	1,6		
10	2,6	2,4	2,0	1,8		
15	2,6	2,5	2,2	1,9		
20	2,5	2,5	2,3	2,0		
25	2,3	2,3	2,2	2,1		
30	2,1	2,1	2,1	2,0		

Fattore di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,8	1,7	1,6	1,6		
10	2,3	2,0	1,8	1,7		
15	3,2	2,6	2,1	2,0		
20	3,5	3,1	2,5	2,1		
25	3,7	3,4	2,8	2,4		
30	3,6	3,5	3,0	2,6		

Fattore di Amplificazione **SI2** (0,5s≤T≤1,0s)

MARGINE B

DIMINUZIONE →

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
SA2	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
SA3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1
SA4	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9

Fattori di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s), **SA2** (0,4s≤T≤0,8s), **SA3** (0,7s≤T≤1,1s) e **SA4** (0,5s≤T≤1,5s)

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0
SI3	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s), **SI2** (0,5s≤T≤1,0s), **SI3** (0,5s≤T≤1,5s)

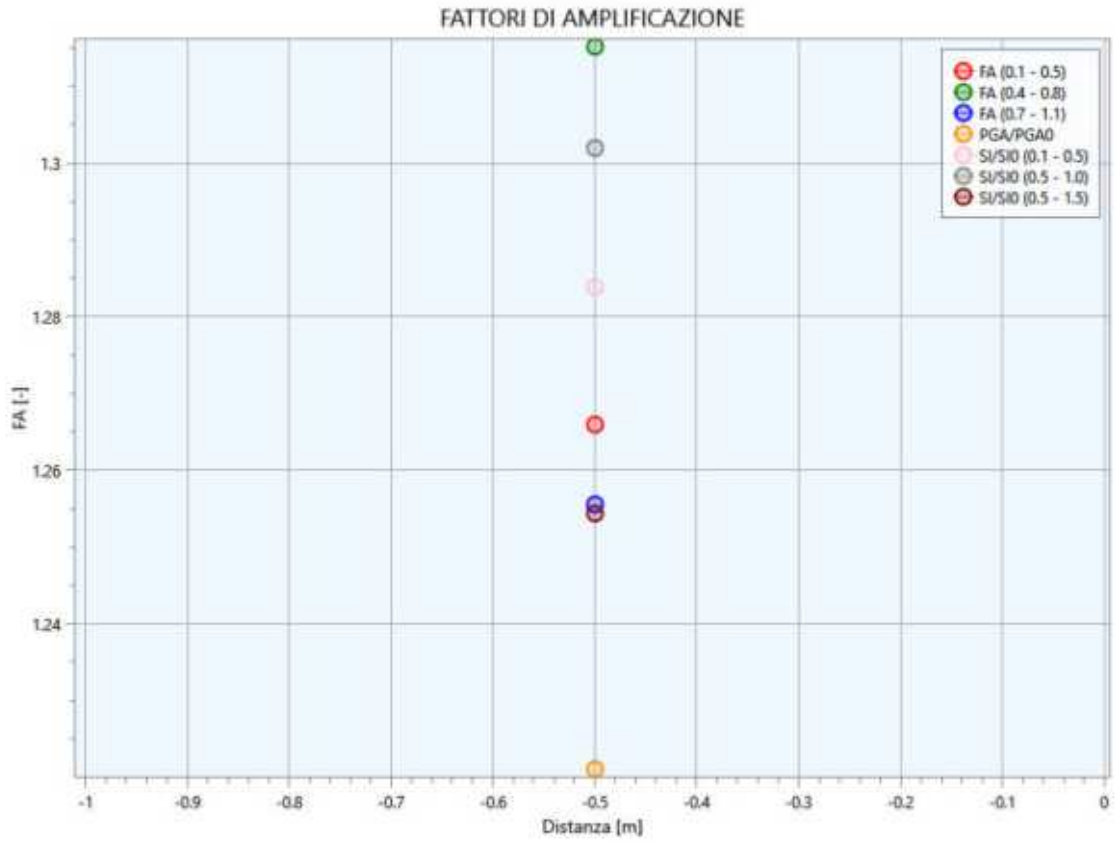


Figura 9 - Grafico di sintesi che rappresenta i valori dei FA per gli intervalli considerati.

Tabella 3 - Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Simica – MZS di 2° livello e il presente studio di "Risposta Sismica Locale - RSL".

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	**PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI**	**MICROZONAZIONE SISMICA DI 3° LIVELLO**	**RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.**
F.A. PGA	***1,5-1,8***	***2,03***	***1,22***
F.A. SA1 *(0.1s<T_0<0.5s)*	***1,5-1,8***	***1,66***	***1,27***
F.A. SA2 *(0.4s<T_0<0.8s)*	***1,6-1,8***	***1,12***	***1,32***
F.A. SA3 *(0.7s<T_0<1.1s)*	***1,6-1,7***	***1,06***	***1,26***
F.A. SI1 *(0.1s<T_0<0.5s)*	***1,6-1,8***	***1,58***	***1,28***
F.A. SI2 *(0.5s<T_0<1.0s)*	***1,6-1,7***	***1,20***	***1,30***
F.A. SI3 *(0.5s<T_0<1.5s)*	-	***Elaborato non presente***	***1,25***

In Fig. 10 si presenta il grafico riassuntivo dello spettro medio di output in accelerazione, calcolato per il sito di interesse. Il grafico è stato estrapolato dal foglio di calcolo Excel utilizzato e viene fornito in allegato al presente elaborato, insieme ai file .txt relativi a ciascuno spettro rappresentato.

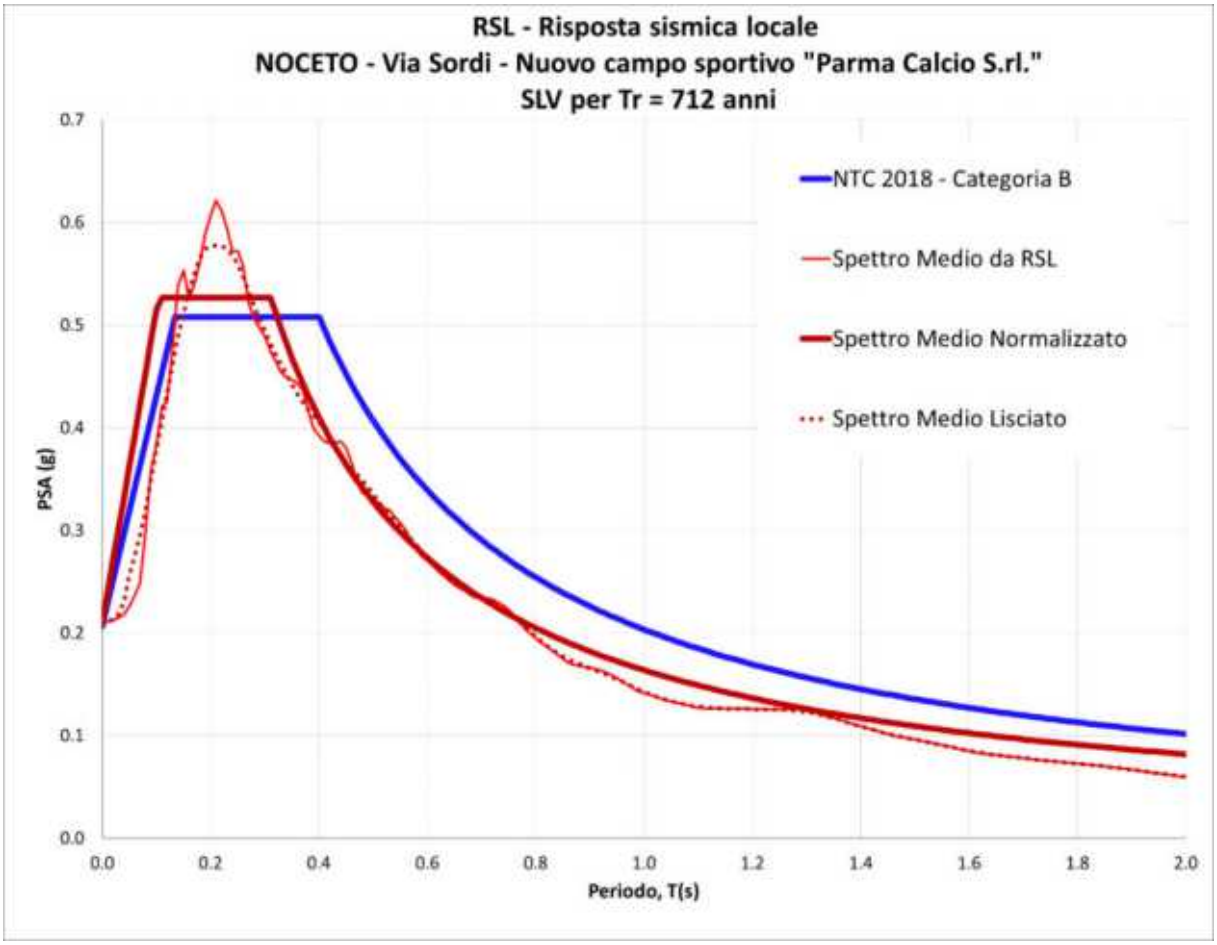


Figura 10 - Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.