



COMUNE DI
BASCAPE'
PROVINCIA DI PAVIA

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

REVISIONE AL PGT

Ai sensi della L.R. n° 12 del 11.03.2005



Il Sindaco
Emanuela Curti

L'Assessore all'Urbanistica
Rosalinda di Miceli

Responsabile area tecnica
Emanuela Curti

Studio geologico
ECOGIS-Studio di Geologia

Componente geologica, idrogeologica e sismica

DATA

TITOLO

OTTOBRE

2025

**ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI
EFFETTI SISMICI IN SITO
DI 2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO**

A cura di
Dott. Geol. GIANLUCA NASCIMBENE

DOCUMENTO DI PIANO

D.d.P.

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RECEPIMENTO DEL PIANO GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.) E CARTA PAI.....	3
3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	5
4. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO PER LA DEFINIZIONE DELLA CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)	8
4.1. Analisi 1° livello	9
4.2. Analisi di 2° livello (fase pianificatoria).....	11
4.3. Modello geofisico	14
4.4 . Valutazione dei fattori di amplificazione litologica (Fa) sito	15
4.5 . Verifiche di III Livello	16
5. SPROFONDAMENTI (SINKHOLE)	17
6 NORME PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL GAS RADON	17

ALLEGATO 1 - 2° livello di approfondimento scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche -- effetti morfologici e litologici

Tavola 1a – Carta dei vincoli -PAI/PGRA	scala 1:5000
Tavola 1b – Carta dei vincoli -PAI/PGRA	scala 1:5000
Tavola 2 – Carta di pericolosità sismica locale	scala 1:10.000
Tavola 3a – Carta di fattibilità geologica	scala 1:5000
Tavola 3b – Carta di fattibilità geologica	scala 1:5000

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Bascapè (PV), a supporto della Revisione del Piano di Governo del Territorio viene adeguato lo Studio Geologico - Tecnico territoriale, sulla scorta delle indicazioni contenute nella:

- **D.G.R. 30 novembre 2011 n°9/2616** "Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, alla L.R. 11 marzo 2005, n°12", in conformità alla L.R. 11 marzo 2005, n°12 "Legge per il Governo del Territorio" e s.m.i. ed in ottemperanza alle disposizioni introdotte dal D.M. 19.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e s.m.i.
- **D.g.r. 30 marzo 2016 - n. X/5001** "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)";
- **Delibera Giunta regionale 19 giugno 2017 - n. X/6738** "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po".
- **D.G.R. n. XI/7564 del 15 dicembre 2022** "Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio relativa al tema degli sprofondamenti (Sinkhole) (Art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12)";
- **DECRETO LEGISLATIVO 25 novembre 2022, n. 203** "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (22G00207) (GU Serie Generale n.2 del 03-01-2023). Entrata in vigore del provvedimento: 18/01/2023

Il vigente strumento urbanistico risulta essere dotato di apposita Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica estesa all'intero territorio comunale, gennaio 2008 e redatta conformemente alle direttive tecniche di cui alla D.G.R. 22 dicembre 2005, n°8/1566. Pertanto, ai sensi della L.R. n°12/2005 e s.m.i.

Il Comune di Bascapè, nell'ambito del procedimento di redazione della Variante parziale al Piano di Governo del Territorio, è tenuto ad adeguare lo Studio Geologico - Tecnico territoriale ai sensi della D.G.R. n°9/2616/2011 e D.g.r. n°X/5001/2016, con particolare riferimento ai contenuti di cui alla Parte 1 –Cap. 1.4 "Analisi della pericolosità sismica" e All.5 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.", inoltre è tenuto a recepire il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni (PGRA). Tuttavia si anticipa fin d'ora che il Comune di Bascapè non ricade all'interno di alcuno scenario di

pericolosità o rischio per fenomeni di alluvionamento legati al Reticolo Principale e Secondario di Pianura (PGRA).

Regione Lombardia, con D.G.R. 11 luglio 2014, n°10/2129 e successiva D.G.R. 10 ottobre 2014 n°10/2489, ha infatti provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni lombardi.

Tale provvedimento è stato emanato in attuazione della Legge 112/1998, della Legge Regionale 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d), del D.P.R. 380/2001 e di specifiche O.P.C.M., tra cui la n°3274/2003 e s.m.i., recepita dalla D.G.R. 7 novembre 2003, n°14964.

A seguito della D.G.R. 11 Luglio 2014 – n. X/2129 e successivamente a seguito dell'aggiornamento mediante DGR XII n.1717 del 28 Dicembre 2023– "AGGIORNAMENTO DELLE ZONE SISMICHE IN REGIONE LOMBARDIA (L.R. 1/2000, ART. 3, C. 108, LETT. D) DI CUI ALLA D.G.R. 11 LUGLIO 2014 N. X/212", il Comune di BASCAPE' rientra nella "classe sismica 3".

Con la Legge Regionale 12 ottobre 2015, n°33 sono state approvate le "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche", nel rispetto dei principi fondamentali contenuti nella parte II, capo IV, del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n°380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia); con successiva D.G.R. 30 marzo 2016 n°10/5001, la Giunta Regionale ha infine approvato le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica.

2. RECEPIMENTO DEL PIANO GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.) E CARTA PAI

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015, approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017, ha adottato il "Progetto di variante al PAI – Integrazione alla NdA" per il coordinamento tra il PAI stesso ed il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni (PGRA).

La prima **revisione del PGRA (PGRA 2021)**, relativa al sessennio 2022-2027, è stata adottata dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po con deliberazione n. 3 del 29 dicembre 2020 e approvata con deliberazione n. 5 del 20 dicembre 2021, risultando definitivamente approvata con d.p.c.m. del 1° dicembre 2022.

Tale adeguamento deve essere effettuato nel rispetto della normativa PAI vigente, nel frattempo aggiornata dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con l'introduzione de nuovo Titolo V: "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il PGRA" (deliberazione n. 5 del 7 dicembre 2016) e delle "Disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione d'emergenza..." che hanno definito le modalità e i termini per l'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al PGRA in Regione Lombardia (DGR X/6738 del 19 giugno 2017).

In sintesi le carte del PGRA sono entrate a far parte del PAI e le perimetrazioni ivi riportate sono state assoggettate a specifica normativa, integrata nella NdA del PAI.

In concreto l'adeguamento consiste:

A. nel recepimento nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT delle aree allagabili individuate dal PGRA che sono state puntualmente indicate da Regione Lombardia con la DGR 6738/2017 (e successive modifiche ed aggiornamenti).

B. nell'adeguamento delle norme geologiche di piano e delle relative classi di fattibilità geologica, al fine di coordinare la normativa degli interventi edilizi con le nuove condizioni di pericolosità riscontrate a valle degli studi idraulici di dettaglio;

C. nella revisione complessiva degli elaborati che fanno parte dello studio geologico vigente, sulla base dell'aggiornamento del quadro conoscitivo dei dissesti del territorio e ai fini di una migliore corrispondenza con le disposizioni attuative regionali, a partire dalla DGR IX/2616 del 2011;

Le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di bassa probabilità (P1), di media probabilità (P2) e alta probabilità (P3), distinte con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento.

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (RP)
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL).

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2-Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato).

A tal riguardo si ribadisce come nel territorio di Bascapè non sono stati rilevati/cartografati scenari di rischio o pericolosità appartenenti al Reticolo Principale o al Reticolo Secondario di Pianura di cui alla direttiva Alluvioni (PGRA).

Non si rilevano inoltre scenari ricadenti nelle fasce PAI (Fascia A, Fascia B e Fascia C).

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

A seguito della D.G.R 11 Luglio 2014 – n. X/2129 e successivamente a seguito dell'aggiornamento mediante DGR XII n.1717 del 28 Dicembre 2023– "AGGIORNAMENTO DELLE ZONE SISMICHE IN REGIONE LOMBARDIA (L.R. 1/2000, ART. 3, C. 108, LETT. D) DI CUI ALLA D.G.R. 11 LUGLIO 2014 N. X/212", il Comune di BASCAPE' rientra nella "classe sismica 3".

In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Già l'Ordinanza PCM 3519 del 27/04/06 fornisce una revisione dei valori di ag sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di **BASCAPE'** nella sottozona caratterizzata da valori di ag compresi tra 0.050 e 0.075 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

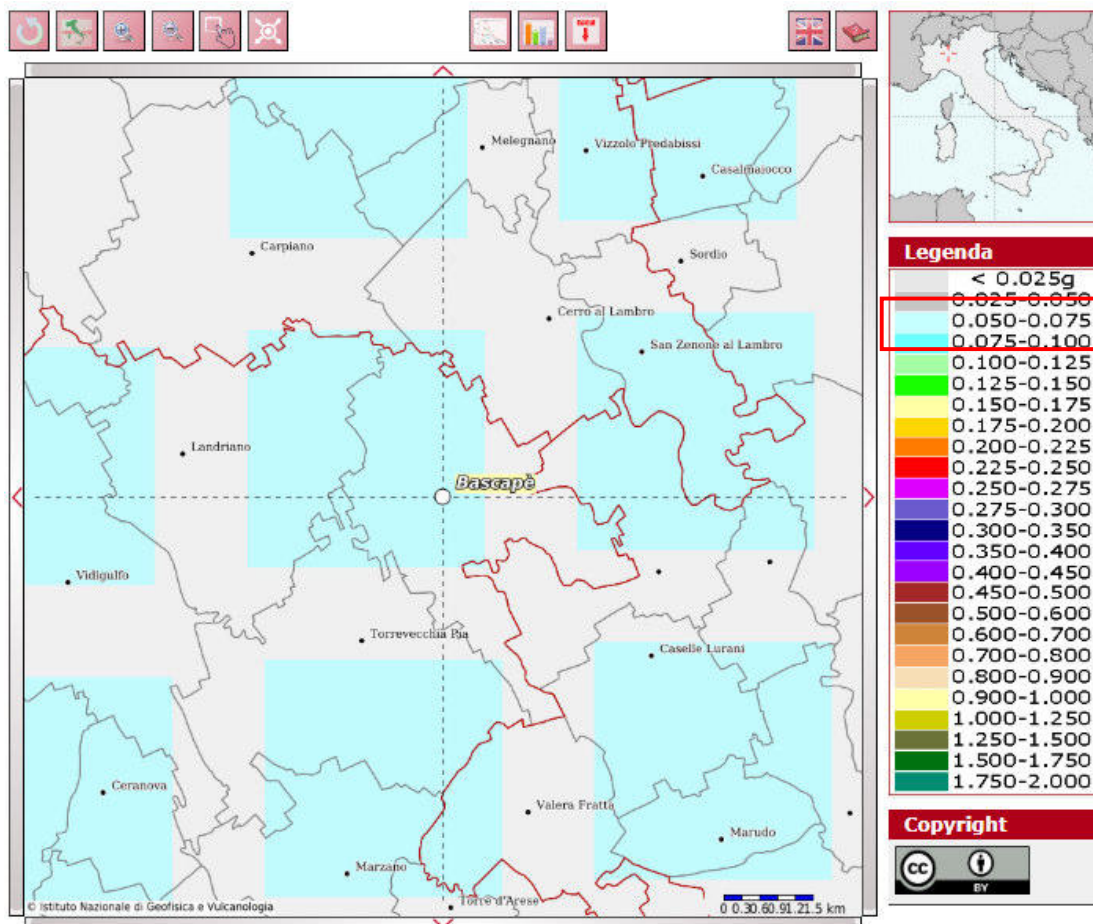


Fig. 1 – Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) erano state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa. La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008 (punto 1.4.3) che *"la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria"* e specifica altresì che *"ai sensi del D.M. 14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'All. B al citato D.M."*. I dati riportati nell'All.B del D.M. 14/01/2008 coincidono per lo più con quelli riportati nell'Ord. 3519/2006, e sono in ogni caso determinabili mediante le coordinate geografiche e l'utilizzo di programmi applicativi.

Attualmente, a seguito dell'emanazione del D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018), Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 - S.O. n. 8, in data 20 Febbraio 2018, vengono rivisti alcuni aspetti della precedente normativa sismica nazionale e vengono aggiornati alcuni criteri di riconoscimento per quanto riguarda la categoria sismica del sottosuolo.

In particolare, secondo le NTC 2018, vengono eliminate le categorie S1 ed S2, ed è stato introdotto il concetto di VSeq.

In particolare con l'utilizzo della VSeq, le categorie di sottosuolo B, C e D vengono ampliate inglobando alcune configurazioni che rientravano in S2, quando il bedrock sismico si posizionava tra i 3 ed i 25 metri dal piano di riferimento. Inoltre la Categoria di sottosuolo D (che nelle NTC08 erano definite con $V_{s,30} < 180$ m/sec) viene classificata con valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 100 e 180 m/sec. Inoltre, come è possibile osservare dalla seguente tabella, non si ricava più la categoria di sottosuolo usando o $NSPT_{30}$ o CU_{30} .

Categorie	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio ($V_{S,eq}$) superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{S,eq}$) compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{S,eq}$) compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{S,eq}$) compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo

Nelle definizioni precedenti V_{seq} è la velocità media di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

h_i = spessore dello stato i -esimo;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m (come in tutti i casi studiati per il Comune di San Martino Siccomario), la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro VS_{30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In base a quanto prescritto nelle NTC 2018, la velocità delle onde di taglio, V_{seq} , va "determinata mediante apposite misure dirette, derivanti da indagini geofisiche di tipo sismico". Nel nostro caso la definizione della categoria di sottosuolo da un punto di vista sismico è stata dedotta da indagini MASW eseguite all'interno del territorio Comunale, che ha permesso di determinare il valore delle $V_{S,eq}$ che, in questo caso per assenza di substrato viene definita dal parametro $V_{S,30}$.

4. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO PER LA DEFINIZIONE DELLA CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

Poiché attualmente il Comune di Bascapè ricade in classe sismica 3, in relazione allo Scenario di Pericolosità Sismica Locale (Z4a - Effetti: AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE) in fase pianificatoria deve essere redatto uno studio il 2° LIVELLO di approfondimento, al fine di caratterizzare gli effetti di amplificazione sismica locale (ai sensi della DGR 8/7374/ 2008 e DGR IX/2616 del 30 Novembre 2011), non solo per Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003), ma per ogni tipologia di edificio (strutture interferenti con l'urbanizzato e/o l'urbanizzabile).

Per la definizione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alle procedure indicate nell'All.5 della D.G.R. n°9/2616/2011, che aggiornano, sulla base delle avvenute modifiche in materia di norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008), i contenuti di cui all'All.5 della precedente D.G.R. n°8/1566/2005. Come è noto, la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza), mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

I livelli di approfondimento sono di seguito definiti:

- **1° Livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia dei dati esistenti. Questo livello d'indagine prevede la realizzazione della Carta della pericolosità sismica locale;
- **2° Livello:** caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella Carta di pericolosità Sismica Locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa);
- **3° Livello:** definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

4.1. Analisi 1° livello

Come precedentemente indicato l'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce la base dalla quale partire per i successivi livelli di approfondimento.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio a scala 1:10.000 – 1:2.000, la cartografia geologica e dei dissesti (a scala 1:10.000 e 1:2.000) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Il prodotto finale è la carta della pericolosità sismica locale (PSL), in cui viene riportata la perimetrazione areale degli scenari Z1, Z2, Z4 e degli elementi lineari Z3, Z5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (Tabella 11); tale livello si applica in fase di pianificazione su tutto il territorio comunale ed è obbligatorio in tutti i comuni della Regione Lombardia;

Si riportano di seguito gli scenari di pericolosità sismica locale tratti dalla L.R. 12/2005 e s.m.e.i. (D.G.R. IX/2616 del 30 Novembre 2011).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti
Z2b	Zone di depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite -arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 2 - Scenari di pericolosità sismica locale - effetti

L'analisi della pericolosità sismica all'interno del territorio comunale di Bascapè si basa sulle osservazioni di carattere geologico e sulla raccolta di dati disponibili, quali:

- assetto geologico e geolitologico
- elaborazioni di indagini geognostiche e geotecniche
- analisi delle condizioni stratigrafiche generali
- situazione idrogeologica
- caratteristiche di consistenza e proprietà geotecniche dei terreni nelle condizioni naturali

All'interno del territorio comunale di Bascapè è stato riconosciuto un unico SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE, di cui si riportano le caratteristiche:

Sigla	Scenario di Pericolosità Sismica Locale	Effetti	Ambito territoriale
Z4a	Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	Settore corrispondente ai depositi fluviali e fluvioglaciali della pianura

Tabella 3: Scenari di pericolosità sismica locale nel comune di San Martino Siccomario

❖ **Zona Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e coesivi**

Lo scenario Z4a rappresenta lo scenario maggiormente esteso sul territorio. Sulla base dell'analisi delle informazioni di natura stratigrafica, litologica e geotecnica il sottosuolo del territorio comunale risulta costituito nei primi 30 metri da ghiaie e sabbie alternate a litozone limose argillose, in corrispondenza di queste aree si possono verificare effetti di amplificazioni sismica.

Risulta importante sottolineare che all'interno del comune si possono riconoscere terreni caratterizzati da parametri geotecnici diversi, anche se, dal punto di vista normativo, vengono raggruppati nello stesso scenario di pericolosità sismica Z4a.

Ciò nonostante la differenza delle caratteristiche geotecniche comporta una risposta sismica, in termini di amplificazione degli effetti, che può risultare diversa da un luogo all'altro.

In corrispondenza delle zone caratterizzate dagli scenari Z4a, poiché, il Comune di Bascapè è stato classificato in classe sismica 3, si renderà obbligatorio il 2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO di cui all'allegato 5 della D.G.R. n° IX/2616 per qualsiasi tipologia di opera/ costruzione.

Si richiede in fase di progettazione la valutazione dei parametri sismici dei terreni di fondazione per il calcolo delle Vs30 e la classificazione del suolo secondo la normativa.

Nella fase di redazione della Tavola 2 "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE" è stato rappresentato lo scenario Z4a.

Viste la suddivisione effettuata si ritiene idonea la rappresentazione della "Carta della Pericolosità Sismica Locale" esclusivamente alla scala 1:10.000.

Gli scenari PSL individuati con l'analisi di primo livello sono stati anche riportati nella Tavola n° 3A – 3B "CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA".

4.2. Analisi di 2° livello (fase pianificatoria)

L'analisi di 2° livello ha riguardato gli scenari - individuati nel precedente paragrafo attraverso le procedure descritte:

- scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche dovute ad effetti litologici - scenario Z4(a)

Effetti litologici

Per quanto riguarda lo scenario Z4a, in questo studio si è proceduto alla individuazione della categoria di sottosuolo secondo la normativa sismica (D.G.R. 30 novembre 2011 n°9/2616), al calcolo del parametro VS30 e all'analisi e valutazione degli effetti sismici di sito, finalizzata alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T. - 2° livello di approfondimento sulla base di indagini eseguite all'interno del territorio Comunale Bascapè, secondo lo schema di seguito riportato.

	AREA	Scenario di pericolosità sismica locale (PSL)
Linea 1– Comune di Bascapè	Palazzo comunale	Z4a
Linea 2– Comune di Bascapè	Scuola elementare	Z4a
Linea 3– Comune di Bascapè	Edificio privato	Z4a

Tabella 4 - Aree caratterizzate dalla presenza di scenari suscettibili di amplificazioni sismiche dovute ad effetti litologici (scenario Z4a)

Attraverso un approccio di tipo semiquantitativo, l'analisi di secondo livello ha condotto alla stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (Fa). Come noto, la procedura adottata riferisce il valore del Fattore di amplificazione (Fa) calcolato agli intervalli di periodo compresi tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s, ovvero i due intervalli di periodo nei quali ricade il Periodo proprio delle tipologie edilizie più frequenti nel territorio regionale lombardo. In particolare, l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Per lo svolgimento dell'analisi e l'applicazione della metodologia si è reso necessario, con diverso grado di precisione, la conoscenza di una serie di parametri - base, quali:

- la litologia dei materiali presenti nel sito
- la stratigrafia del sito
- l'andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s
- lo spessore e la velocità delle onde di taglio di ciascun strato
- una sezione geologica e il conseguente modello geofisico - geotecnico
- l'identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi

Per quanto concerne i dati litologici, stratigrafici e geofisici - in termini di valori di Vs - utilizzati nella procedura di secondo livello, si è opportunamente valutata la scelta in funzione del grado di attendibilità assegnato a ciascun parametro utilizzato, secondo la tabella indicata nelle norme tecniche. Si sottolinea come per il presente studio l'attendibilità dei dati utilizzati risulti complessivamente "medio - alta".

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Prove penetrometriche statiche (CPT)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette - sismica superficiale (M.A.S.W)

Tabella 5 - Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi (in giallo quelle eseguite)

Sulla base delle indagini sismiche di tipo M.A.S.W. Multi-Channel Analysis of Surface Waves realizzate (Linea 1-Linea 2-Linea 3), si è proceduto alla verifica richiesta dalla normativa.

Dalle prove M.A.S.W. si è discretizzato dal punto di vista sismico l'intervallo di sottosuolo sino a 30 metri di profondità, tenendo conto che la procedura richiede la definizione di un gradiente di velocità fino ad un valore non inferiore ad 800 m/s, valore convenzionalmente assimilato ad un substrato rigido.

Si riportano in allegato alla presente relazione i diagrammi originali dell'andamento delle onde di taglio Vs relative alle indagini sismiche tipo M.A.S.W. eseguite (Linea 1 – Linea 3).

Poiché tutte prove sismiche indirette M.A.S.W. sono collocate nelle aree urbane del territorio le risultanze possono essere associate ai modelli sismo - stratigrafici delle restanti porzioni di territorio, per quanto a destinazione agricola e quindi non urbanizzate e non urbanizzabili, stanti le previsioni del P.G.T..

La procedura utilizzata per la definizione degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche dovute ad effetti litologici - scenario Z4(a) - fa riferimento ai dettami dell'All. 5 della D.G.R. n°9/2616/2011.

Le varie fasi di applicazione - dalla scelta dei dati di ingresso, alla loro elaborazione fino alla validazione dei valori di soglia (individuazione delle schede litologiche di riferimento, calcolo del Periodo proprio del sito T_s , scelta della curva più appropriata all'interno della matrice scheda valutazione nell'intervallo 0.1-0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, calcolo del valore di F_a e confronto con il valore di soglia comunale) -, sono riassunte in allegato a fine testo alla presente relazione in forma tabellare (sviluppo dei calcoli e verifica). Per ognuno dei siti di indagine sono state quindi prodotte le relative serie di schede, precedute dall'interpretazione delle indagini sismiche M.A.S.W., da cui è stato calcolato il valore della $VS30$ del sito, consentendone la classificazione del territorio secondo le normative tecniche attualmente vigenti in materia di progettazione antisismica.

Relativamente ad ogni singolo stendimento sismico sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- Registrazione sismica (sismogramma medio relativo alle energizzazioni relative ad ogni singolo stendimento Linea 1- Linea 3);
- Profilo di velocità delle onda di taglio (S) con la profondità;
- Spessori e velocità delle onda di taglio (S) dei singoli strati individuati con valore della V_{s30} calcolato del sito.

Il valore di F_a determinato è stato approssimato alla prima cifra decimale (ammettendo un grado di approssimazione di ± 0.1) ed utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica in termini di contenuti energetici, confrontando lo stesso valore di F_a ottenuto con i valori di soglia riportati nella banca dati regionale.

La procedura prevede infatti di valutare il valore di F_a con l'abaco di correlazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto della variabilità insita nella procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerare sufficiente in relazione ai possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si può applicare lo spettro di norma;
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente in relazione ai possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) oppure utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
 - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D
 - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D
 - anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D

4.3. Modello geofisico

In riferimento alle indagini sismiche indirette di tipo attivo M.A.S.W. condotte sul territorio (Linea 1-Linea 3), si riassume nella seguente tabella il modello geofisico per ogni area considerata.

Indagine geofisica	AREA	V_{s30} (m/s)	Categoria di sottosuolo
Linea 1	Palazzo comunale	226.20	C
Linea 2	Scuola d'infanzia	200.00	C
Linea 3	Edificio privato	250.72	C

Tabella 6 - Categoria di sottosuolo derivante dalle prove geofisiche (D.M. 17.01.2018)

Sulla base delle misure dirette con metodologia MASW della velocità delle onde di taglio Vs negli strati superficiali di sottosuolo, si ottiene che le 3 aree indagate, ai sensi del D.M. 17.01.2018, appartengono alla categoria di sottosuolo di tipo C:

- suolo **tipo "C"** - "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{S,eq}$) compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

4.4 . Valutazione dei fattori di amplificazione litologica (F_a) sito - dipendente e verifica dei risultati

Una volta determinata la Categoria di sottosuolo, facendo uso delle matrici associate alle schede litologiche di riferimento, è stato determinato per ciascun sito il periodo proprio (T) e quindi - scelte le funzioni di correlazione T/ F_a da utilizzare -, calcolati i corrispondenti valori del Fattore di Amplificazione (F_a), con conseguente verifica dei risultati tra lo stesso valore di F_a ottenuto con i valori di soglia riportati nella banca dati regionale (soglie_lomb.xls).

Le tabelle sottostanti riportano i valori di F_a relativi, nel primo caso ad edifici bassi (max 4 piani), nel secondo caso ad edifici alti e flessibili (5 o più piani) per ogni tipo di suolo individuato dalla Regione Lombardia per il comune di Bascape'.

VALORI DI SOGLIA PER PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
COMUNE	Attuale classificazione sismica del sito	Valori di soglia			
BASCAPE'	3	Suolo tipo B 1.4	Suolo tipo C 1.8	Suolo tipo D 2.2	Suolo tipo E 1.9

Tabella 7 - Valori di soglia di F_a relativi ad edifici bassi

VALORI DI SOGLIA PER PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
COMUNE	Attuale classificazione sismica del sito	Valori di soglia			
BASCAPE'	3	Suolo tipo B 1.7	Suolo tipo C 2.4	Suolo tipo D 4.1	Suolo tipo E 3.0

Tabella 8 - Valori di soglia di F_a relativi ad edifici alti

AREA	Valore di F_a calcolato nell'intervallo di periodo tra 0,1-0,5 s		Valore di F_a calcolato nell'intervallo di periodo tra 0,5-1,5 s	
Palazzo comunale	1.55<1.8	verificato	1.80<2.4	verificato
Scuola d'infanzia	1.10<1.8	verificato	1.65<2.4	verificato
Edificio privato	1.50<1.8	verificato	1.75<2.4	verificato

Tabella 9- Valori di soglia di F_a relativi ad edifici alti

Per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5 secondi e 0,5÷1,5 secondi il valore di (f_a) calcolato con le procedure previste dalla d.g.r. n°9/2616/2011 risulta, nei 3 siti prescelti per gli approfondimenti di 2° livello, inferiore al valore di soglia comunale definito dalla normativa regionale. Il grado di protezione raggiunto al sito dalla normativa sismica vigente in termini di contenuti energetici è da considerarsi sufficiente in relazione ai possibili effetti di amplificazione litologica.

4.5 . Verifiche di III Livello

Nel nostro caso il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello. I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto. Si possono presentare quindi due situazioni: - il valore di F_a è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa; - il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D; • anziché lo spettro della categoria di suolo D si utilizzerà quello della categoria di suolo E;

5. SPROFONDAMENTI (SINKHOLE)

In base alla D.G.R. n. XI/7564 del 15 dicembre 2022 "Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio relativa al tema degli sprofondamenti (Sinkhole) (Art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12)" e dalla consultazione del Databesa Nazionale SinkHole – Dipartimento per il servizio geologico d'Italia (<https://sgi.isprambiente.it/sinkholeweb/>) si specifica che all'interno del Comune di Bascapè non è stato rilevato o censito alcun fenomeno di sprofondamento legato al fenomeno dei "Sinkhole".

6 NORME PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL GAS RADON

Di seguito si riportano alcune raccomandazioni. In base al vigente DECRETO LEGISLATIVO 25 novembre 2022, n. 203 " Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordina la normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (22G00207) (GU Serie Generale n.2 del 03-01-2023), entrata in vigore dal 18/01/2023

All'art. 12 comma 1 del suddetto D.lgs n.101/2020 vengono definiti i livelli massimi di riferimento per abitazioni ed i luoghi di lavoro, espressi in termini di valore medio annuo della concentrazione di attività di radon in aria:

- -300 Bq/mc per abitazioni esistenti
- -300 Bq/mc per nuove edificazioni
- -300 Bq/mc per i luoghi di lavoro

Vengono qui riprese alcune indicazioni che ARPA Lombardia propone per le nuove edificazioni allo scopo di minimizzare l'esposizione della popolazione al radon indoor.

Si tratta di alcuni accorgimenti costruttivi da applicare singolarmente o in combinazione tra loro, che possono variare in funzione delle caratteristiche morfologiche e litologiche del sito, nonché dalla tipologia di edificio e dalle specifiche esigenze degli occupanti.

In sintesi si elencano gli accorgimenti ritenuti più efficaci:

- ventilazione naturale tramite formazione di vespaio aerato;
- ventilazione meccanica controllata;
- posa di membrane impermeabili al radon
- drenaggio delle fondazioni per l'allontanamento dell'eventuale gas presente nel terreno;
- sigillatura delle fonometrie per il passaggio di impianti, scarichi e canalizzazioni;
- chiusura di condotte d'aspirazione non utilizzate;

- realizzazione di pozzetti interni o esterni all'edificio per pressurizzazione oppure, al contrario, depressurizzazione del vespaio o del suolo sottostante l'edificio.

La presenza di collegamento (scale), in una stessa unità immobiliare, fra seminterrato e piani superiori, può convogliare il radon, di norma presente in maggiori concentrazioni nel seminterrato, verso i piani superiori.

Infine, nei locali di abitazione e particolarmente nelle zone notte, dovrebbe essere evitato l'uso di materiali costruttivi e di finitura contenenti significative concentrazioni di radionuclidi naturali, quali i tufi, i graniti, le sieniti, i basalti, le pozzolane, i cementi contenenti polveri e scorie di altoforno, le calce eminentemente idrauliche.

Si rimanda alla competenza urbanistica la valutazione circa l'eventuale inserimento all'interno del Piano delle Regole o del Regolamento Edilizio delle Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor approvate dalla Regione Lombardia con decreto n. 12678 del 21/12/2011.

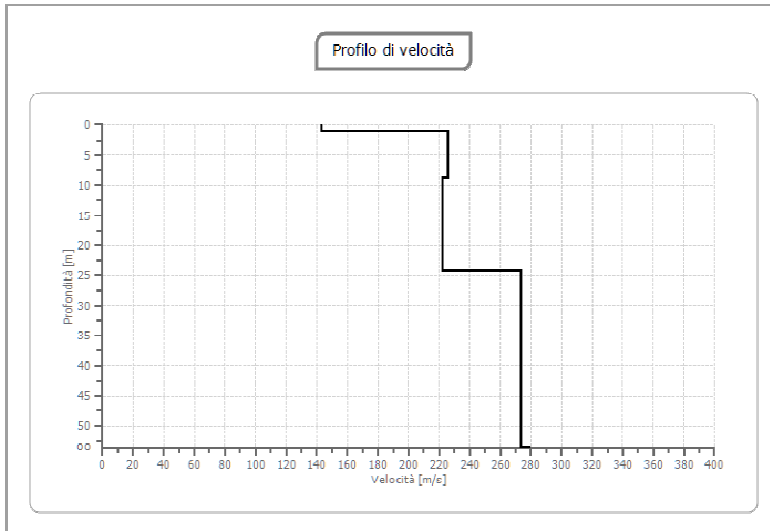
Ottobre 2025

dott. geol. Gianluca Nascimbene



**2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO SCENARI
QUALITATIVI SUSCETTIBILI DI
AMPLIFICAZIONI SISMICHE - EFFETTI
LITOLOGICI**

PROFILO DI VELOCITA' LINEA L1 – PALAZZO COMUNALE



n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	1.11	1.11	143.22
2	8.87	7.76	225.49
3	24.37	15.51	221.92
4	53.53	29.16	273.14

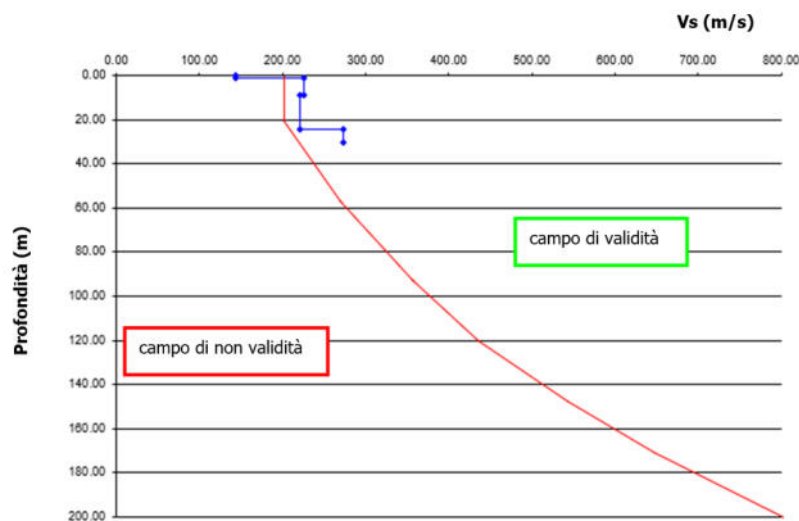


Grafico relativo al campo di validità della scheda litologica sabbiosa

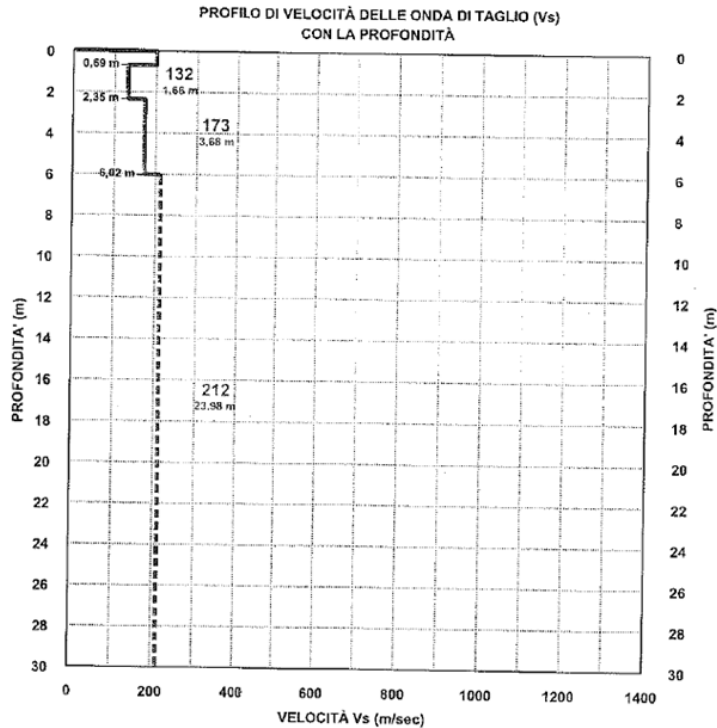
Vseq=Vs30 [m/sec]	226.20
Categoria del suolo	C

Sottosuolo di tipo C
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs ₃₀ compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Valore del periodo T calcolato
0,63 s

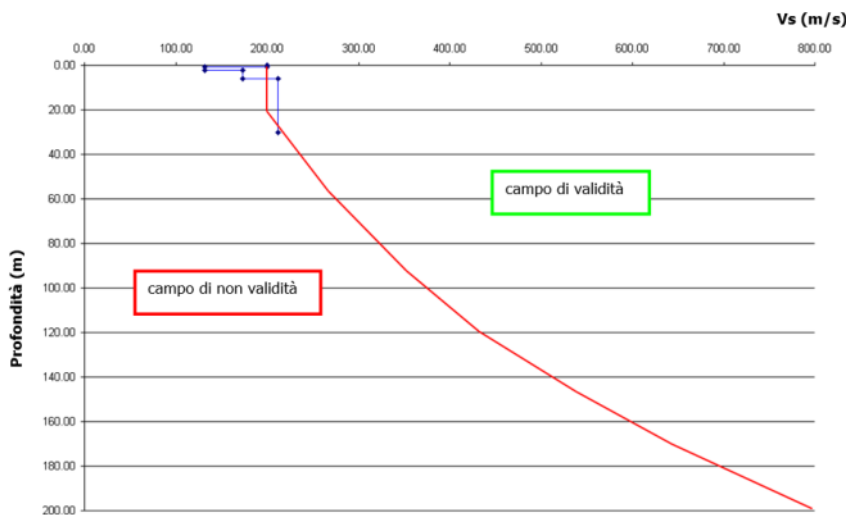
	Fa calcolato		Valore di soglia Fa per suoli di tipo C	
Edifici bassi (0,1-0,5 s)	1.55	<	1.80	Verificato
Edifici alti (0,5-1,5 s)	1.80	<	2.40	verificato

PROFILO DI VELOCITA' LINEA L2 – SCUOLA D'INFANZIA



n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	0.69	0.69	200.0
2	1.66	8.00	132.0
3	3.68	16.00	173.0
4	30.0	23.98	212.0

Vseq=Vs30 [m/sec]	200
Categoria del suolo	C



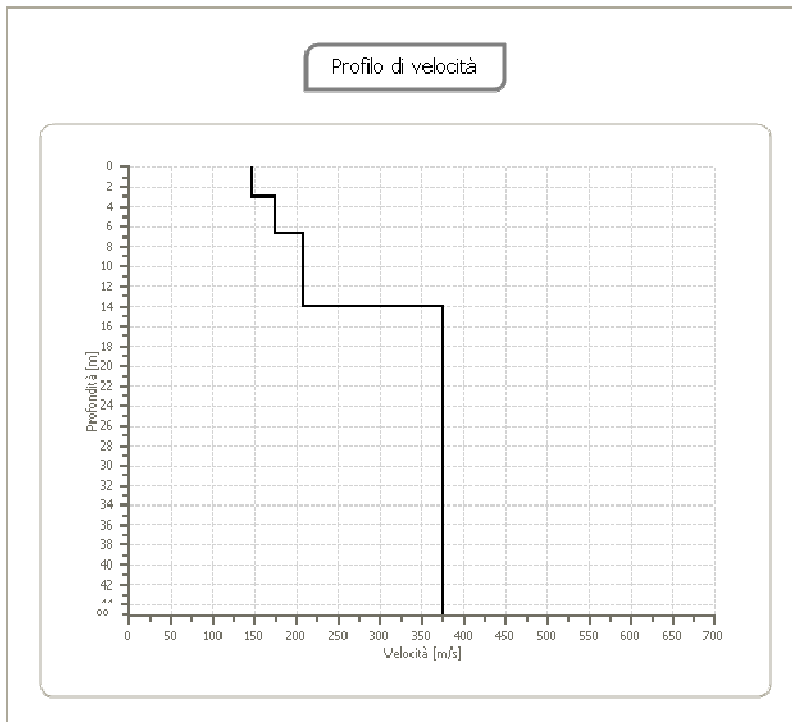
Sottosuolo di tipo C
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Grafico relativo al campo di validità della scheda litologica sabbiosa

Valore del periodo T calcolato
1.10 s

	Fa calcolato		Valore di soglia Fa per suoli di tipo C	
Edifici bassi (0,1-0,5 s)	1.0	<	1.80	Verificato
Edifici alti (0,5-1,5 s)	1.65	<	2.40	verificato

PROFILO DI VELOCITA' LINEA L3 – EDIFICIO PRIVATO



n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	2.97	2.97	145.4
2	6.72	3.75	173.2
3	13.98	7.26	208.3
4	21.71	7.73	374.9
5	30.00	8.29	375.0

Vseq=Vs30 [m/sec]	250.72
Categoria del suolo	C

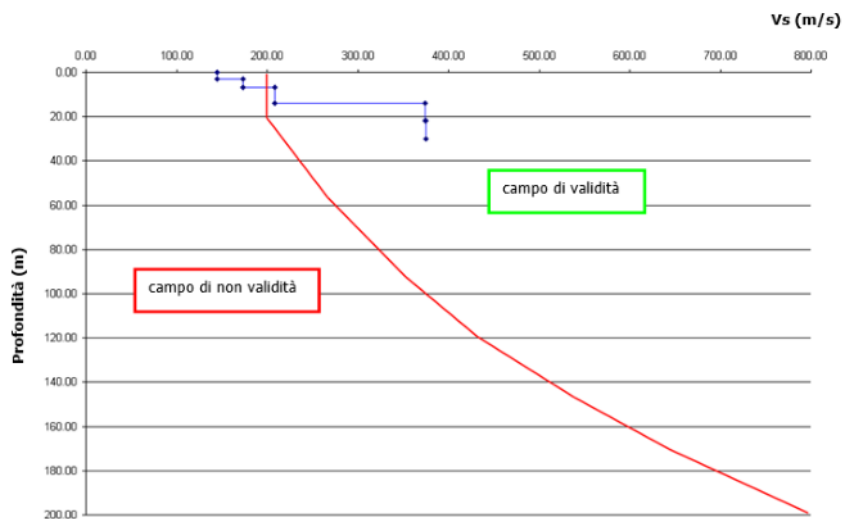


Grafico relativo al campo di validità della scheda litologica sabbiosa

Sottosuolo di tipo C
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Valore del periodo T calcolato
0,48 s

	Fa calcolato		Valore di soglia Fa per suoli di tipo C	
Edifici bassi (0,1-0,5 s)	1.5	<	1.80	Verificato
Edifici alti (0,5-1,5 s)	1.75	<	2.40	verificato