

COMUNE DI BRESCIA - *Assessorato all' Urbanistica e Pianificazione per lo Sviluppo sostenibile - Area Pianificazione urbana e Mobilità - Settore Urbanistica*

SINDACO

Dott. Emilio Del Bono

ASSESSORE

Prof. Ing. Michela Tiboni

DIRIGENTE

Arch. Gianpiero Ribolla

UFFICIO DI PIANO

Ing. Claudio Bresciani
Arch. Marco Agostini
Arch. Fabio Gavazzi
Pian. Simona Rossi
Arch. Laura Treccani
Geom. Emanuela Vizzardi

CONSULENTI

Arch. Alessandro Benevolo
Arch. Stefano Bordoli
Arch. Claudio Buizza
Ing. Ilaria Fumagalli
Arch. Mario Manzoni
Pian. Alessandro Martinelli

ADOZIONE

APPROVAZIONE



ALLEGATI - COMPONENTE GEOLOGICA

ADEGUAMENTO ALLA COMPONENTE SISMICA (D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N. 9/2616)

V-AL
ALLO4R

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA - NORME
GEOLOGICHE DI PIANO**

Estensori

DOTT. GEOL. DAVIDE GASPARETTI - DOTT. GEOL. GIANANTONIO QUASSOLI

Data

GENNAIO 2016

**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA ALLA D.G.R. IX/2616
DEL 30-11-2011 CON AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DELLA FATTIBILITÀ
GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO E DELLE RELATIVE NORME**

L.R. 12/2005 - D.G.R. 30 Novembre 2011, n. 9/2616

VARIANTE DEL PGT VIGENTE

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. VERIFICA DEGLI EFFETTI SISMICI AI SENSI DELLA D.G.R. N. 9/2616 DEL 30.11.2011.....	5
2.1. Introduzione	5
2.2. Zona sismica di appartenenza	5
2.3. Carta della pericolosità sismica locale - 1° livello.....	7
2.4. Applicazione del 2° livello	9
2.4.1. Effetti morfologici.....	9
2.4.2. Effetti litologici	11
2.5. Conclusioni dell'analisi sismica di 2° livello.....	16
3. OGGETTO DELL'AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO	18
3.1. Carta della pericolosità sismica locale - 1° livello.....	18
3.2. Carta della pericolosità sismica locale - 2° livello.....	18
3.3. Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano	18

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 - NORME GEOLOGICHE DI PIANO
- APPENDICE 1 - SCHEDE DI VERIFICA DELL'AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA AI SENSI DELL'ALL. 5 DELLA D.G.R. 9/2616/2011
- TAVOLA V-ALALL04G - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ LOCALE - 1° LIVELLO
- TAVOLA V-ALALL04H - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ LOCALE - 2° LIVELLO
- TAVOLA V-ALALL04N: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

1. PREMESSA

Il Comune di Brescia è dotato dello Studio Geologico del Territorio Comunale (“Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”) secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 e successivamente aggiornato nel febbraio 2008.

Lo studio è stato poi approvato con delibera n. 57/19378 del 19.03.2012 dal Comune di Brescia nell’ambito del Piano di Governo del Territorio.

La Regione Lombardia con D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 e D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 ha aggiornato ed integrato i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. n.8/1566/2005 per quanto riguarda la componente sismica.

Nella fase attuale di progettazione della Variante Generale del Piano del Governo del Territorio (2015/2016), il Settore Urbanistica del Comune di Brescia ha inteso provvedere all’adeguamento della componente sismica, secondo le D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 e D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616.

Inoltre, il Settore Ambiente e Protezione Civile ha iniziato nel 2015 lo studio di microzonazione sismica per la prevenzione del rischio sismico ai sensi dell’O.C.D.P. del 20 febbraio 2013 n.5, secondo i criteri e gli indirizzi definiti dal Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico. Lo studio in fase di ultimazione ha previsto l’esecuzione di ricerche storiche, bibliografiche finalizzate alla valutazione del rischio sismico e di alcune indagini sismiche nei parchi cittadini opportunamente individuati in funzione delle esigenze tecniche dello studio.

Questi dati sono stati elaborati e consegnati agli uffici tecnici comunali alla fine del 2015 e di conseguenza sono stati recepiti ed utilizzati per l’adeguamento della componente sismica dello Studio Geologico del PGT che è un documento integrante della Variante Generale.

Lo studio di Microzonazione sismica è un documento di analisi fondamentale per la valutazione del rischio sismico locale e sarà recepito nello strumento urbanistico oggetto della Variante Generale come previsto da Regione Lombardia nei criteri e indirizzi di applicazione della Legge 12/2005.

Il lavoro di studio e di analisi della componente sismica della città di Brescia è stato quindi condotto in coordinamento tra l'Ufficio Urbanistica e il Settore Ambiente e Protezione Civile in modo che i contenuti dello Studio di Adeguamento della Componente Sismica del PGT e lo studio di Microzonazione Sismica risultassero coerenti per non richiedere successive modifiche nella documentazione del PGT.

Infine si precisa che per quanto riguarda il quadro del dissesto del territorio bresciano, si è convenuto con l'Ufficio Urbanistica che la fase di analisi contenuta nello studio geologico del 2005 fosse conforme e idonea a rappresentare lo stato del territorio stesso.

Nell'ambito della redazione del nuovo Documento di Piano del PGT è stato quindi effettuato il presente aggiornamento dello studio geologico vigente con i seguenti obiettivi:

- verifica degli effetti sismici ai sensi della D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011;
- verifica della congruenza delle trasformazioni previste dal nuovo Documento di Piano del P.G.T. con le risultanze dello studio geologico.

Il presente lavoro è articolato in due attività svolte contestualmente e in collaborazione con l'ufficio di piano del Settore Urbanistica:

Attività di aggiornamento dello studio geologico vigente; si sono verificati i risultati ottenuti nello studio di microzonazione sismica in corso, secondo la metodologia contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011. Tale verifica riguarda tutto il territorio comunale e costituisce un aggiornamento della "Componente geologica, idrogeologica e sismica" del P.G.T. effettuato nel febbraio 2008.

Attività di verifica della congruenza delle trasformazioni previste dal nuovo Documento di Piano del P.G.T. con le risultanze dello studio geologico. In ottemperanza a quanto disposto nella Parte 4 – "Procedure di coordinamento dell'attività istruttoria" della D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011, alla variante al P.G.T. è stata allegata una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà (Allegato 15) nella quale è asseverata la congruenza delle previsioni con i contenuti dello studio geologico vigente.

2. VERIFICA DEGLI EFFETTI SISMICI AI SENSI DELLA D.G.R. N. 9/2616 DEL 30.11.2011

2.1. INTRODUZIONE

La valutazione degli effetti locali dell'amplificazione sismica per il territorio di Brescia eseguita per la prima stesura della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (2005) faceva riferimento alla normativa allora vigente, in particolare all'Allegato 5 della D.G.R. 22 dicembre 2005, n.8/1566.

La Regione Lombardia con la D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008, poi sostituita dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30 novembre 2011, ha modificato sostanzialmente la metodologia per l'analisi sismica locale adeguandola a quanto contenuto nelle Norme per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

In particolare sono stati modificati i valori di soglia a cui far riferimento nell'analisi che non sono più legati alla Zona sismica come definita dalla OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003, ma derivano dalla Mappa della Pericolosità Sismica nazionale come definita dall'OPCM 3519/2006.

Per tale motivo si rende necessaria una revisione dell'analisi dell'amplificazione sismica locale alla luce delle recenti modifiche metodologiche e normative.

2.2. ZONA SISMICA DI APPARTENENZA

L'attività sismica storica nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria. La sismicità crostale rappresenta la maggior parte dell'attività sismica registrata dalla Rete Sismica Nazionale Centralizzata gestita da INGV (Istituto Nazionale di Sismica e vulcanologia).

In particolare la sismicità di questa zona è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in

zona sismica” vengono individuate le nuove zone sismiche sul territorio nazionale. L’Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

La Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 recepisce, in via transitoria e fino a nuova determinazione, la classificazione contenuta nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003. Il Comune di Brescia ricade al momento in Zona Sismica 3.

Nell’aprile 2004 l’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una nuova “Mappa di pericolosità sismica” che è stata approvata con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Si tratta di un documento che è stato predisposto secondo i criteri riportati nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 e che è stato messo a disposizione delle Regioni per le rispettive deliberazioni.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha emanato nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC08) con il D.M. del 14 gennaio 2008 (G.U. n.29 del 04/02/2008) nelle quali la definizione dell’azione sismica di riferimento si basa sui dati rilasciati da INGV.

Con la D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D)*" viene proposta la revisione delle zone sismiche con lo scopo principale di armonizzare le stesse mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento derivanti dalle NTC 2008 per la progettazione antisismica. Tale aggiornamento, sulla base di valori di a_g desumibili dalla carta della pericolosità sismica di cui alla OPCM 3519 del 27/04/06, modifica la classificazione del comune di Brescia che viene classificato in Zona 2 con un valore di riferimento di a_{gmax} pari a 0.154219.

Tale nuova classificazione sarebbe dovuta entrare in vigore a partire dal giorno 14/10/2014, tuttavia la Regione ha provveduto al differimento del termine fino al 10/04/2016 (D.G.R. 10 ottobre 2014 n. X/2489 e D.G.R. 8 ottobre 2015 n. X/4144). Tale proroga permetterà di allineare la nuova zonazione con la Legge Regionale 12 ottobre 2015, n. 33, "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche". In ogni caso la delibera dispone che: "*... nelle more dell’entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni – pubbliche e private – siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2*".

La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011 (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."

2.3. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - 1° LIVELLO

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n.9/2616 del 30 novembre 2011, prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica individuati sul territorio.

Il 1° livello di approfondimento consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base delle osservazioni di tipo geologico e/o bibliografico. Le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali sono elencate in Tabella 1.

Sigla	Scenari di pericolosità 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	Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con 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 cucuzzolo	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali 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 (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona 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 1 - Scenari di pericolosità sismica locale

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili ai seguenti scenari, rappresentati sulla CARTA DI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE:

Instabilità

- Z1a – Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
- Z1b – Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
- Z1c – Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana

Amplificazione topografica

- Z3a - Zona di ciglio di scarpata con altezza $H > 10$ m
- Z3b – Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo

Amplificazione litologica

- Z4a - Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.
- Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito.

Comportamenti differenziali

- Z5 - Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti.

Nelle aree identificate:

- Z1a – Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi,
- Z1b – Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti,
- Z1c – Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana,

è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento previsto dalla normativa regionale necessario per la quantificazione dei fenomeni di instabilità.

Per le aree interessate dalla “Z5 - Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti” non è previsto un approfondimento delle conoscenze dal punto di vista sismico in quanto tale scenario esclude la possibilità di edificare a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione potrà essere superata qualora si operi in modo tale da ottenere un terreno di fondazione omogeneo.

Per quanto riguarda i casi di amplificazione topografica (Z3a e Z3b) e litologica (Z4a e Z4b), si rende necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento in fase di pianificazione previsto dall'Allegato 5 della D.G.R. n.9/2616 del 30 novembre 2011 che consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

2.4. APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO

2.4.1. Effetti morfologici

Per la valutazione degli effetti di amplificazione dovuti alla morfologia si è fatto riferimento all'analisi condotta nel febbraio 2008 dal Prof. Vercesi nel corso dell'aggiornamento dello studio geologico per il PGT.

La procedura utilizzata allora per la valutazione degli effetti di amplificazione morfologica (D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005) non è stata sostanzialmente variata nelle successive D.G.R. e risulta quindi ancora valida.

Rispetto all'analisi condotta nel 2008, pur mantenendo valide le analisi delle geometrie delle creste rocciose, sono state leggermente modificate le aree suscettibili di amplificazione sismica individuate in corrispondenza dei principali crinali del M. Maddalena e del Colle di San Giuseppe.

Infatti, la procedura regionale attualmente vigente (D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011) prevede che i valori di Ft ottenuti dalle schede di valutazione (Ft abaco) siano confrontati con il valore di S_T delle Norme Tecniche per le Costruzioni riportati in tabella 3.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 (derivante dalla categoria topografica – Tab. 3.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008), che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa nazionale non è sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione topografica presente nel

sito. Rispetto al valore di soglia, viene considerata una variabilità di + 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Tale modifica, che comunque ricalca quanto già individuato in precedenza, è rappresentata sulla "*Carta della Pericolosità Sismica Locale - 2° livello*".

Per la delimitazione delle aree di pericolosità sismica relative a zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo e di ciglio $H > 10$ m sono state eseguite, nel corso del citato studio del 2008, n. 53 sezioni topografiche, ortogonali ai versanti ed agli elementi morfologici riconosciuti. L'andamento delle sezioni è riportato nell'All. 1 "Effetti morfologici - Creste (scenario Z3a)" all'aggiornamento dello studio geologico del febbraio 2008 e sulla cartografia.

I parametri geometrici determinati per ciascuna sezione sono stati quindi proiettati entro la scheda di valutazione morfologica. Mediante le correlazioni indicate è stato infine determinato il corrispondente valore del Fattore di Amplificazione topografica (F_t di sito).

Per gli effetti morfologici la procedura regionale fornisce il valore di F_t solamente per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s. Nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale compreso tra 5 e 15 piani, in presenza di scenari Z3a e Z3b, è necessario effettuare analisi di approfondite (3° livello) in fase progettuale.

Per la distribuzione areale dei valori di F_t , come richiesto dalla normativa regionale, si è proceduto ad attribuire il valore di F_a ottenuto all'area corrispondente alla larghezza in cresta (l) o al cocuzzolo, mentre tale valore è stato scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante. Per le scarpate il valore di F_t calcolato coincide a monte con il ciglio mentre raggiunge il valore unitario ai margini dell'area d'influenza (A_i); a valle, tale valore è stato scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

Le aree di F_t così definite sono pertanto state riportate nella "*Carta della Pericolosità Sismica Locale - 2° livello*" (scala 1:15.000).

Si segnala che alcune creste hanno fornito valori di F_t superiori rispetto ai valori di soglia previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008). Ciò comporta, per queste aree, che la normativa vigente non risulta sufficientemente cautelativa rispetto ai fenomeni di potenziale amplificazione topografica.

2.4.2. Effetti litologici

Rispetto alle valutazioni condotte nel 2008, la metodologia attualmente vigente introduce modifiche sostanziali all'analisi dell'amplificazione litologica. Per questo motivo si è proceduto ad una nuova valutazione ai sensi delle normative vigenti e con l'integrazione dei dati disponibili attraverso la realizzazione di nuove indagini geofisiche sul territorio.

La procedura prevista dalla normativa regionale fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valori di Fattore di Amplificazione (Fa); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati e sono utilizzati per zonare le aree di studio in funzione del valore di Fa.

Nella normativa regionale il valore di Fa calcolato è definito come il rapporto tra le intensità spettrali S_I (Housner, 1965) calcolate sugli spettri di risposta in pseudovelocità al 5% dello smorzamento critico del moto in superficie e del moto di input, calcolati per 2 diversi intervalli di periodo, in funzione delle diverse tipologie di edifici.

Gli intervalli di periodo considerati sono quelli compresi tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s, in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie più rappresentate sul territorio regionale, rispettivamente riferibili a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide e a strutture alte e flessibili.

Per quel che riguarda la valutazione degli effetti di amplificazione dovuti alla litologia la procedura semplificata di 2° livello richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- Litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- Sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi stratigrafica del sito;
- Andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- Spessore e velocità di ciascuno strato.

Parametri litologici e stratigrafici – modello geofisico e geotecnico

La litologia prevalente dei materiali presenti e la stratigrafia dei terreni nei siti di analisi sono state ricostruite mediante tutti i dati geotecnici e stratigrafici raccolti che comprendono sia sondaggi/prove geotecniche che stratigrafie di pozzi con un grado di attendibilità rispettivamente alto e medio.

Modello Geofisico - Metodi di acquisizione ed elaborazione dei dati sismostratigrafici

L'andamento delle onde Vs lungo la verticale, è stato determinato mediante la raccolta dei dati di tipo geofisico disponibili presso gli archivi comunali e l'esecuzione di n. 7 stendimenti di sismica multicanale con acquisizione delle onde di superficie, con elaborazione dei dati secondo la procedura MASW ed analisi congiunta con i dati ottenuti mediante l'esecuzione di n° 7 indagini sismiche passive con metodo HVSR.

Gli stendimenti sismici di nuova realizzazione sono stati ubicati in modo da caratterizzare gli scenari di pericolosità sismica individuati e da integrare quelli esistenti al fine di coprire in maniera più possibile omogenea il territorio comunale e gli ambiti di maggiore interesse ai fini della pianificazione/espansione urbanistica e della prevenzione civile.

Nell'All. 2 "Dati Sismostratigrafici – Nuove Acquisizioni" vengono riportati le procedure ed i risultati relativi a tutti i nuovi stendimenti sismici predisposti in comune di Brescia, nonché estesi cenni metodologici rispetto alle tecniche di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici.

In totale sono stati raccolti dati relativi a n. 30 indagini geofisiche acquisite nel territorio comunale, reperiti nella fase di raccolta dati o di nuova realizzazione. Sono stati inoltre consultati i dati relativi ad indagini sismiche realizzate nei territori comunali contermini.

Ai dati geofisici raccolti, derivando da indagini dirette di sismica superficiale, può essere assegnato un grado di affidabilità alto.

Stima degli effetti litologici e del relativo Fattore Fa di amplificazione di sito.

Tenuto conto del modello stratigrafico-geofisico-geotecnico e dei relativi parametri, definiti secondo quanto specificato ai punti precedenti, possono essere applicate le procedure dell'All. 5 della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011 per la stima degli effetti litologici e del relativo fattore Fa di amplificazione di sito.

In primo luogo si è proceduto a definire la categoria di sottosuolo attribuibile a ciascun sito, tendo conto della normativa vigente (D.M. 14/01/08).

La tabella seguente riporta le categorie di sottosuolo individuate e ritenute rappresentative di ogni scenario di PSL:

Indagine	Scenario PSL	Categoria di sottosuolo
L1MASW1	Z4a	B
L2MASW2	Z4a	C
L3MASW3	Z4b	E
L4MASW4	Z4b	E
L5MASW5	Z4a	C
L6MASW6	Z4a	B
L7MASW7	Z4a	C
L8MASW8	Z4a	B
L9MASW9	Z4a	C
L10MASW10	Z4a	C
L11MASW11	Z4a	B
L12MASW12	Z4a	B
L13MASW13	Z4a	C
L14MASW14	Z4b	B
L15SR15	Z4a	C
L18SR18	Z4b	B
L23MASW23	Z4a	B
L24MASW24	Z4a	B
L25MASW25	Z4a	B
L26MASW26	Z4a	B
L27MASW27	Z4a	C
L28MASW28	Z4a	B
L29MASW29	Z4a	C
L30MASW30	Z4a	B

In accordo con la procedura, per i siti esaminati, la successione stratigrafica di riferimento e lo spessore e la velocità di ciascuno strato, come definiti mediante le linee sismiche, sono stati riportati nelle “*Schede di Verifica dell’Amplificazione Litologica*” (vedi Appendice 1 alla presente relazione illustrativa “Schede di verifica dell’Amplificazione Litologica ai sensi dell’All. 5 della D.G.R. 9/2616/2011”).

Il primo passo della procedura prevede la definizione della scheda di valutazione (All. 5 D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011) più idonea alla stima degli effetti litologici. Per l’elaborazione dei dati sono state prescelte le schede normative tenendo conto in via prioritaria delle descrizioni litologiche solo se compatibili con i campi di validità riportati nei diagrammi Z-Vs. Il passo successivo permette la definizione della curva caratteristica da utilizzare per la stima del valore di Fa di sito. La profondità del primo strato o del primo strato equivalente

(spessore > 4 m) e la relativa velocità V_s , definiscono la curva caratteristica da utilizzare ai fini dei calcoli. E' stato quindi calcolato il valore del periodo del sito (T), riportato nelle schede in allegato e sotto riassunto in tabella, ottenuto considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la formula riportata nell'All.5 della D.G.R. 9/2616/2011.

Si è quindi proceduto alla stima del fattore di amplificazione di sito (Fa di sito); i valori ottenuti sono di seguito riassunti:

Scenario PSL	Indagine	Periodo (T)	Fa di sito Intervallo 0.1-0.5 s	Fa di sito Intervallo 0.5-1.5 s
Z4a	L1MASW1	0.315	1.8	1.2
Z4a	L2MASW2	0.553	2.0	1.5
Z4b	L3MASW3	0.085	1.2	1.0
Z4b	L4MASW4	0.087	1.2	1.0
Z4a	L5MASW5	0.878	1.7	1.3
Z4a	L6MASW6	0.278	1.8	1.2
Z4a	L7MASW7	0.389	2.1	1.4
Z4a	L8MASW8	0.270	2.0	1.2
Z4a	L9MASW9	0.331	2.1	1.3
Z4a	L10MASW10	0.321	2.1	1.3
Z4a	L11MASW11	0.248	1.7	1.2
Z4a	L12MASW12	0.329	1.8	1.3
Z4a	L13MASW13	0.517	1.7	1.5
Z4b	L14MASW14	0.161	1.5	1.1
Z4a	L15SR15	0.418	2.1	1.4
Z4b	L18SR18	0.271	1.7	1.2
Z4a	L23MASW23	0.266	1.7	1.2
Z4a	L24MASW24	0.401	1.8	1.4
Z4a	L25MASW25	0.518	1.7	1.4
Z4a	L26MASW26	0.455	1.8	1.4
Z4a	L27MASW27	0.625	2.3	1.5
Z4a	L28MASW28	0.491	2.0	1.5
Z4a	L29MASW29	0.438	2.1	1.4
Z4a	L30MASW30	0.817	1.8	1.6

Tenendo conto delle considerazioni sopraesposte i dati elaborati rispetto ai siti-campione sono stati estesi agli ambiti con caratteristiche geologico-geotecniche-geofisiche omologhe e sono stati riportati nella “*Carta della Pericolosità Sismica Locale - 2° livello*”.

Infine, in adempimento alla normativa regionale, è stato eseguito il confronto tra i valori di F_a di sito ed i valori F_a di soglia comunale, come definito dalla D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011, per le diverse categorie di sottosuolo.

Scenario PSL	Indagine	Categoria di sottosuolo	Intervallo 0.1-0.5 s		Intervallo 0.5-1.5 s	
			Fa di sito	Fa di soglia	Fa di sito	Fa di soglia
Z4a	L1MASW1	B	1.8	1.4	1.2	1.7
Z4a	L2MASW2	C	2.0	1.8	1.5	2.4
Z4b	L3MASW3	E	1.2	2.0	1.0	3.1
Z4b	L4MASW4	E	1.2	2.0	1.0	3.1
Z4a	L5MASW5	C	1.7	1.8	1.3	2.4
Z4a	L6MASW6	B	1.8	1.4	1.2	1.7
Z4a	L7MASW7	C	2.1	1.8	1.4	2.4
Z4a	L8MASW8	B	2.0	1.4	1.2	1.7
Z4a	L9MASW9	C	2.1	1.8	1.3	2.4
Z4a	L10MASW10	C	2.1	1.8	1.3	2.4
Z4a	L11MASW11	B	1.7	1.4	1.2	1.7
Z4a	L12MASW12	B	1.8	1.4	1.3	1.7
Z4a	L13MASW13	C	1.7	1.8	1.5	2.4
Z4b	L14MASW14	B	1.5	1.4	1.1	1.7
Z4a	L15SR15	C	2.1	1.8	1.4	2.4
Z4b	L18SR18	B	1.7	1.4	1.2	1.7
Z4a	L23MASW23	B	1.7	1.4	1.2	1.7
Z4a	L24MASW24	B	1.8	1.4	1.4	1.7
Z4a	L25MASW25	B	1.7	1.4	1.4	1.7
Z4a	L26MASW26	B	1.8	1.4	1.4	1.7
Z4a	L27MASW27	C	2.3	1.8	1.5	2.4
Z4a	L28MASW28	B	2.0	1.4	1.5	1.7
Z4a	L29MASW29	C	2.1	1.8	1.4	2.4
Z4a	L30MASW30	B	1.8	1.4	1.6	1.7

In relazione a quanto previsto nel par. 2.2.2. dell'All. 5 alla D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011 il confronto tra i valori di Fa di sito ottenuti e i valori di Fa di soglia comunale va effettuato considerando una variabilità di +0.1.

2.5. CONCLUSIONI DELL'ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO

Per quanto riguarda la valutazione degli effetti morfologici, la procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che alcune creste hanno fornito valori di Ft superiori rispetto ai valori di soglia previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008). Ciò comporta, per queste aree, che la normativa vigente non risulta sufficientemente cautelativa rispetto ai fenomeni di potenziale amplificazione topografica.

Per gli scenari inerenti gli effetti litologici Z4a e Z4b individuati, la procedura di 2° livello evidenzia che su tutto il territorio di pianura e di raccordo con i versanti montuosi il fattore di amplificazione Fa stimato risulta superiore rispetto al valore di soglia per la categoria di sottosuolo individuata.

Di seguito si precisa:

► Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

► Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

► Z4b - Categorie di sottosuolo identificate C - D - E: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, si dovrà procedere come segue:

- nel caso in cui l'indagine geologica-geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alle categorie di sottosuolo D o E sarà sufficiente utilizzare lo spettro di norma caratteristico della rispettiva categoria di sottosuolo (D.M. 14 gennaio 2008).

- nel caso in cui l'indagine geologica-geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo C è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.5 e 1.5 s lo spettro di norma (D.M. 14 gennaio 2008) della categoria individuata risulta sufficiente.

Si sottolinea inoltre che nel territorio di Brescia non sono presenti terreni dotati di caratteristiche granulometriche tali da essere soggetti a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici.

Considerata la variabilità litologica e morfologica del territorio di Brescia, sarà facoltà del progettista, applicare nuovamente la procedura di 2° livello prevista dalla D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 (All. 5 - § 2.2.2) sulla base di indagini geofisiche sito-specifiche.

Si ritiene che su tutto il territorio, per le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici ed alle opere infrastrutturali di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 della Regione Lombardia (pubblicato sul B.U.R.L. n. 49 del 1 dicembre 2003), si debba procedere ad un approfondimento dell'analisi sismica per la valutazione di condizioni di amplificazione locale sulla base di dati sito-specifici.

3. OGGETTO DELL'AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO

A seguito dei risultati della valutazione dell'amplificazione sismica locale ai sensi della d.g.r. 30 novembre 2011, n. 9/2616, sono state aggiornate le tavole elencate di seguito contenute nello studio geologico allegato al PGT:

- TAVOLA V-ALALL04G - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ LOCALE - 1° LIVELLO
- TAVOLA V-ALALL04H - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ LOCALE - 2° LIVELLO
- TAVOLA V-ALALL04N: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

3.1. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - 1° LIVELLO

Contiene i medesimi scenari di amplificazione sismica individuati precedentemente, ma con una modifica in alcuni limiti derivante da una migliore conoscenza delle caratteristiche dei terreni e della loro risposta sismica alla luce dei dati raccolti nel corso dello Studio di Microzonazione Sismica redatto (Ordinanza C.D.P.C n. 52/2013 e s.m.i. e Decreto D.P.C. 15 aprile 2013).

Si è intervenuto anche sull'aspetto grafico e sulla legenda per adeguarla a quanto previsto nel nuovo Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011, n. 9/2616.

3.2. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - 2° LIVELLO

La tavola è stata ridisegnata per illustrare le risultanze dell'analisi condotta ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011, n. 9/2616.

3.3. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO


L'adeguamento della Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano non ha comportato modifiche alla classificazione del territorio comunale.

In coerenza con i criteri tecnici allegati alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 vengono riportati gli scenari di amplificazione sismica emersi dal presente approfondimento con apposita simbologia.

In allegato si riportano le Norme Geologiche di Piano modificate di conseguenza.

Brescia, gennaio 2016

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli



Dr. Geologo
GIANANTONIO
QUASSOLI
n. 1153

Gianantonio Quassoli

Dr. Geol. Davide Gasparetti



ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
GASPARETTI
DAVIDE
n° 901

Davide Gasparetti

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L.R. 12/2005 - D.G.R. 30 Novembre 2011, n. 9/2616

Allegato 1

NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Le indicazioni in merito alla fattibilità geologica, in quanto espresse a scala territoriale, sono da ritenersi indicative e non sostituiscono, anche se possono comprenderle, e non costituiscono deroga alle indagini previste dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (G.U. n. 29 del 04/02/2008). Nelle fasce di transizione tra le varie classi occorrerà tenere conto anche delle indicazioni fornite per la classe dotata di caratteristiche più scadenti. Dovranno essere inoltre valutate le aree di influenza delle situazioni di dissesto puntuali e lineari e si dovrà, altresì, al di là delle valutazioni prettamente geologiche, tener conto, in fase di scelta progettuale, del locale livello di degrado antropico del territorio e dell'esistenza delle fasce di rispetto dei punti di approvvigionamento idropotabile e delle fasce di rispetto del RIM.

Le indicazioni fornite in merito all'edificabilità si riferiscono a costruzioni di mole e complessità strutturale non particolare, inoltre sono fatte salve le disposizioni maggiormente restrittive rispetto a quelle indicate contenute nelle leggi dello Stato e della Regione, negli strumenti di pianificazione sovra comunale e in altri piani di tutela del territorio e dell'ambiente.

La Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano fornisce per le varie classi e sottoclassi indicazioni di massima in merito alla edificabilità ed alla tipologia e grado di approfondimento delle indagini geologiche che si devono eseguire a supporto di eventuali realizzazioni edilizie o di interventi di salvaguardia idrogeologica o idraulica che possono localmente rendersi necessari per garantire l'integrità delle costruzioni in progetto.

Le classi di fattibilità geologica utilizzate corrispondono a quelle proposte dalla normativa regionale (l.r. n.°12 del 11 marzo 2005 e criteri geologici attuativi (D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011) relativi alla predisposizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica dei Piani di Governo del Territorio:

- Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni;

- Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni;
- Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni;
- Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

CLASSE 1- FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

Aree per le quali non si individuano in genere specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica delle destinazioni d'uso, per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14/01/08 "Norme tecniche per le costruzioni". Sono tutte le aree di pianura dove non sussistono problemi di interferenza tra la falda ed il primo sottosuolo, dove gli interventi edilizi, preliminarmente supportati dall'esecuzione di accurate indagini geologico-tecniche, risultano in genere attuabili senza l'adozione di particolari accorgimenti costruttivi.

classe 1a

Area stabile, coincidente con zone di pianura e talora con la fascia marginale delle superfici di raccordo tra pianura e rilievi, caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche (ad esclusione delle zone subpianeggianti poste al margine dei rilievi dove negli strati superficiali del terreno, di natura colluviale, si possono frequentemente riscontrare orizzonti litologici dalle scadenti caratteristiche geotecniche o le zone che sono state oggetto di ritombamento con materiali limoso-terrosi ecc.).

Edificabile in genere senza particolari interventi ed accorgimenti cautelativi eventualmente, laddove si riscontra la presenza di sensibili spessori di materiali dalle scarse proprietà geotecniche, si dovrà prevedere l'adozione di idonee strutture fondazionali, quali palificazioni ecc. Le indagini geologiche da realizzare a supporto di interventi edilizi, che devono essere più o meno approfondite in relazione alla portata dell'intervento ed alla complessità della situazione litostratigrafica locale (presenza di eterogeneità latero-verticali nel terreno alluvionale o di coltri di copertura colluviale), devono essere finalizzate ad ottenere una buona caratterizzazione geotecnica del substrato di fondazione per consentire il corretto dimensionamento delle opere in progetto.

CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

Aree dove sono state rilevate condizioni parzialmente limitative alla modifica delle destinazioni d'uso e, in particolare, all'edificabilità. Ricadono in questa classe tutte le aree a debole acclività, modellate in depositi eluvio-colluviali, che costituiscono il raccordo tra la pianura ed i rilievi (2b), le aree subpianeggianti del rilievo impostate prevalentemente in roccia (2a) e tutte le aree di pianura contraddistinte da bassa soggiacenza della falda dove si possono verificare fenomeni di interferenza tra la falda ed il primo sottosuolo (2c). L'edificazione comporta in genere l'adozione di appropriati accorgimenti costruttivi e/o la realizzazione di idonei interventi di salvaguardia idrogeologica da definire sulla base di approfondite indagini geologico-tecniche da estendersi spesso anche al di fuori delle zone di diretto interesse.

classe 2a

Area stabile, subpianeggiante o a debole acclività, coincidente in genere con le porzioni sommitali dei principali crinali o dorsali montuose, generalmente impostata in roccia coerente affiorante o subaffiorante.

Edificabile in genere senza particolari interventi ed accorgimenti cautelativi. Le indagini geologico-tecniche da eseguire a supporto delle eventuali progettazioni edilizie devono essere finalizzate a determinare, ove la roccia non risulti direttamente affiorante, la profondità e la morfologia del substrato roccioso su cui devono poggiare le fondazioni degli edifici. Inoltre bisogna evitare di appoggiare parte delle fondazioni su roccia e parte su riporto o su depositi eluviali e/o eluvio-colluviali.

classe 2b

Area da stabile a sufficientemente stabile, corrispondente alla fascia di raccordo tra la pianura o i fondovalle secondari ed il rilievo, contraddistinta da bassa acclività, modellata in depositi eluviali e/o colluviali spesso contraddistinti da intercalazioni di materiali dalle scadenti caratteristiche geotecniche; può essere soggetta a dissesti di carattere comunque localizzato consistenti per lo più in fenomeni di mobilizzazione della coltre detritica superficiale (creepings, smottamenti o piccole frane).

Edificabile; l'edificabilità è tuttavia sconsigliata per gli interventi intensivi e dovrebbe essere limitata a costruzioni di mole ridotta, in genere previa adozione di idonei

accorgimenti costruttivi e, talora, di opere di salvaguardia idrogeologica estese ad un adeguato intorno dei siti prescelti per gli interventi. Le indagini di carattere geologico da eseguire a supporto di eventuali realizzazioni edilizie devono fornire un quadro completo della situazione litostratigrafica locale e definire i parametri geotecnici caratteristici del terreno di fondazione allo scopo di consentire una corretta progettazione delle opere previste; ove possibile il piano di fondazione degli edifici dovrebbe essere appoggiato direttamente sul substrato roccioso o, quanto meno, quest'ultimo dovrebbe essere raggiunto ricorrendo a fondazioni su pali. Localmente, soprattutto laddove la situazione idrogeologica consiglia la predisposizione di interventi di salvaguardia, le indagini geologiche dovrebbero essere estese anche al di fuori delle aree di diretto interesse.

classe 2c

Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondità della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna).

Edificabile in genere senza particolari interventi ed accorgimenti cautelativi; si sconsiglia la realizzazione di scantinati o locali seminterrati per evitare possibili dannose interferenze tra falda e costruzioni; laddove la falda è sensibilmente prossima al piano campagna è consigliabile soprelevare la struttura dell'edificio mediante rilevati. Le indagini geologiche da realizzare a supporto dei progetti edilizi, finalizzate ad ottenere una buona caratterizzazione geotecnica del substrato di fondazione, devono essere accompagnate da studi sulle oscillazioni del livello di falda freatica.

CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Aree nelle quali sono state riscontrate limitazioni da modeste a consistenti alla modifica delle destinazioni d'uso e, in particolare, all'urbanizzazione, a causa dell'entità e della natura dei rischi, sia reali sia potenziali, individuati. Sono comprese in questa classe le aree acclivi impostate prevalentemente in roccia coerente (3a), quelle site ai margini dei rilievi contraddistinte da forti spessori di materiali eluvio-colluviali (3b) e le aree ex-golenali protette da arginature (3c). L'edificazione è spesso subordinata all'adozione di appropriati accorgimenti costruttivi ed alla realizzazione di idonei interventi di salvaguardia idrogeologica o idraulica che richiedono una approfondita conoscenza geologico-tecnica

dell'area di intervento e di quelle ad essa limitrofe da acquisire eventualmente anche attraverso studi tematici specifici di carattere idrogeologico, ambientale, pedologico, ecc. Per le strutture edilizie esistenti nelle aree in considerazione dovranno essere fornite, ove se ne presenti la necessità, a causa della presenza di situazioni di rischio idrogeologico o idraulico, indicazioni in merito alla progettazione e realizzazione di opere di difesa o sistemazione (e predisposti eventualmente, nelle zone di rilievo, sistemi di monitoraggio che controllino l'evoluzione di fenomeni di dissesto in atto).

classe 3a

Area complessivamente stabile, coincidente con versanti ad acclività da media ad elevata generalmente modellati in roccia affiorante o subaffiorante e area di pianura oggetto di attività estrattiva attuale o passata; può essere soggetta a fenomeni di dissesto di carattere localizzato, quali fenomeni di mobilizzazione della coltre detritica superficiale (creepings, smottamenti o piccole frane), di erosione incanalata o frane di crollo in corrispondenza di pareti a forte acclività.

Edificabile; l'edificabilità è tuttavia generalmente sconsigliata per interventi intensivi e, soprattutto, per le zone ad elevata acclività. Può risultare talora necessaria l'adozione di appropriati interventi costruttivi e/o (laddove sussistono condizioni di instabilità potenziale) di salvaguardia idrogeologica eventualmente estesi anche ad un adeguato intorno delle zone di intervento. Le indagini geologico-tecniche da eseguire a supporto della realizzazione di strutture edilizie devono fornire una buona caratterizzazione geotecnica del terreno di imposta ed individuare la profondità cui si colloca il substrato roccioso che dovrebbe costituire, ove possibile, il piano di posa delle fondazioni. La progettazione di eventuali opere di difesa idrogeologica, necessaria in zone contraddistinte da condizioni di stabilità non ottimali (solitamente di ridotta estensione) o comunque potenzialmente soggette a rischio, richiede studi geologici più approfonditi con l'estensione delle indagini ad un'area più ampia di quella di diretto interesse. Da sottolineare che nell'ambito delle aree in questione, impostate in roccia affiorante o subaffiorante, la fattibilità geologica degli interventi edilizi è ovviamente condizionata dalle caratteristiche litologiche e giaciture delle successioni rocciose. Sono da privilegiare, a parità di altre condizioni (acclività, grado di fratturazione della roccia, ecc.), i pendii impostati in roccia coerente a stratificazione indistinta e quelli con giaciture a reggipoggio ed a franapoggio con inclinazioni maggiore del pendio.

classe 3b

Area da sufficientemente stabile a mediamente stabile, inclusa nella fascia di raccordo tra la pianura o i fondovalle ed il rilievo, ad acclività da media ad elevata, modellata in coltri alquanto potenti di depositi eluvio-colluviali spesso contraddistinti da intercalazioni di materiali dalle scadenti caratteristiche geotecniche; può essere soggetta a dissesti di carattere comunque localizzato consistenti per lo più in fenomeni di mobilizzazione della coltre detritica superficiale (smottamenti o piccole frane).

Edificabile, l'edificabilità è tuttavia sconsigliata per gli interventi intensivi, in genere previa adozione di accorgimenti costruttivi comunque molto cautelativi e di opere di salvaguardia idrogeologica estese, nonché un elevato approfondimento del grado di conoscenza delle caratteristiche geologiche dell'area.

classe 3c

Area stabile, subpianeggiante o con blande ondulazioni del piano campagna, caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, corrispondenti a tratti di zone ex-golenali, potenzialmente inondabili, ma generalmente protette da arginature.

Edificabile in funzione delle caratteristiche geotecniche del substrato, con l'adozione di normali accorgimenti costruttivi e previa esecuzione di indagini di carattere geologico-geotecnico di supporto alla progettazione edilizia; si sconsiglia tuttavia l'edificazione di strutture abitative o produttive permanenti (a meno che non si provveda a sopraelevare artificialmente mediante riporti il piano campagna). In ogni caso l'edificabilità è subordinata alla realizzazione di opere di preventiva salvaguardia idraulica laddove non siano presenti arginature.

classe 3d - 3d'

Sono state inoltre comprese in classe 3 di fattibilità le aree I del P.S. 267 interne al centro edificato (d e d') in quanto potenzialmente esondabili dai locali corsi d'acqua artificializzati con tempi di ritorno di 50 anni. Queste ultime sono zone a morfologia pianeggiante, senza problemi geostatici e/o idrogeologici, che sono però leggermente depresse rispetto alle aree circostanti. Al loro interno sono già presenti intense urbanizzazioni sia ad uso di civile abitazione che artigianale e industriale. Le caratteristiche del potenziale fenomeno esondativo sono tali da condurre in tali aree

acque con spessori < 90 cm (**d**) e > 90 cm (**d'**) con velocità < 1 m/s, quindi praticamente prive di velocità e come tali sostanzialmente stagnanti. I massimi livelli raggiungibili dalle acque di piena sono indicati negli elaborati dello Studio di Valutazione delle condizioni di rischio nelle aree I interne ai centri edificati ai sensi della D.G.R. 7/7365 del 11/12/2001 (fascicoli "risultati del calcolo idraulico").

Al loro interno, data la potenziale forte interferenza con il fenomeno esondativo, è ovviamente preclusa la realizzazione di scantinati e seminterrati. Le edificazioni di costruzioni di civile abitazione devono escludere l'uso del piano terra per qualsiasi attività, almeno sino a quando non si sarà provveduto ad adottare interventi rivolti ad eliminare il fenomeno di tracimazione dei corsi d'acqua.

Si potranno realizzare strutture di tipo produttivo che tengano conto della possibilità dell'evento e, di conseguenza, adottino particolari accorgimenti costruttivi come la sopraelevazione dei locali insediati al di sopra del livello raggiungibile dalle acque, con un franco di almeno 50 cm.

Per ciò che attiene alle costruzioni civile esistenti, esse potranno essere soggette ad operazioni manutentive ma non ad ampliamenti, se non con le precauzioni sopra riportate, almeno sino a quando non saranno predisposti e realizzati interventi idonei a regimare e a tenere sotto controllo le rogge.

CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Aree nelle quali l'alto rischio idrogeologico o idraulico limita fortemente la possibilità di modifica delle destinazioni d'uso, deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di emergenza; deve inoltre essere valutata la necessità di predisporre sistemi

di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia del dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

classe 4a

Area stabile, subpianeggiante, coincidente con zone golenali o depressioni artificiali prossime agli alvei, inondabili in quanto, in genere, non protette da arginature o con aree con falda affiorante.

Non edificabile.

classe 4b

Area ad elevata instabilità potenziale, coincidente con lo sviluppo di piccoli corpi di paleofrana.

Non edificabile.

classe 4c

Area potenzialmente instabile, ad acclività da media ad elevata, modellata in una coltre di materiali di prevalente origine detritica alquanto potente e mobilizzabile da parte delle acque torrentizie.

Non edificabile.

classe 4d

Aree estrattive dismesse o non ancora recuperate con una scarpata incombente al contorno, con pericolo potenziale di crolli.

Non edificabile.

classe 4e

Aree con carsismo diffuso.

Non edificabile.

classe 4f

Per le aree a rischio idrogeologico molto elevato "I" esterne al centro edificato si attuano le norme di cui la comma 3 dell'art. 51 del Titolo IV delle NdA del P.A.I.

SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Scenari per i quali è prevista, in fase di progettazione, l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione dei fenomeni di instabilità e di amplificazione topografica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.1 e 2.3.3).

Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi.

Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti

Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana.

Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo.

Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale.

Z4b - Categorie di sottosuolo identificate C - D - E: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, si dovrà procedere come segue:

- nel caso in cui l'indagine geologica-geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alle categorie di sottosuolo D o E sarà sufficiente utilizzare lo spettro di norma caratteristico della rispettiva categoria di sottosuolo (D.M. 14 gennaio 2008).
- nel caso in cui l'indagine geologica-geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo C è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.5 e 1.5 s lo spettro di norma (D.M. 14 gennaio 2008) della categoria individuata risulta sufficiente.

Si ritiene che su tutto il territorio, per le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici ed alle opere infrastrutturali di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 della Regione Lombardia (pubblicato sul B.U.R.L. n. 49 del 1 dicembre 2003), si debba

procedere ad un approfondimento dell'analisi sismica per la valutazione di condizioni di amplificazione locale sulla base di dati sito-specifici.

Considerata la variabilità litologica e morfologica del territorio di Brescia, sarà facoltà del progettista, applicare nuovamente la procedura di 2° livello prevista dalla D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 (All. 5 - § 2.2.2) sulla base di indagini geofisiche sito-specifiche.

PROCEDURE PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA GEOLOGICA DI PIANO

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia della relazione geologica deve esser consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (l.r. 12/2005, art. 14) o in sede di richiesta di permesso di costruire (l.r. 12/2005, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono anche se possono comprendere, le indagini previste nel testo unico sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

APPENDICE 1

Schede di verifica dell'amplificazione litologica ai sensi dell'Art. 5 della D.G.R. 9/2616/2011

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L1MASW1 Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,0	233	2,0
7,2	331	5,2
11,9	347	4,7
19,1	412	7,2
24,9	474	5,8
30,0	628	5,1

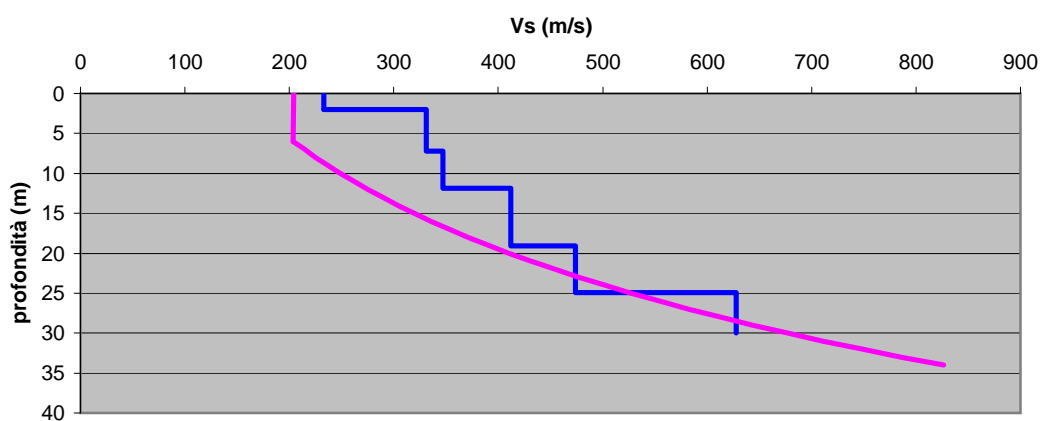
Vs₃₀ (m/s) **396**

Periodo T **0,315**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda **litologia limoso-argillosa Tipo 2**

curva **3**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,8**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,2**

**Valori soglia di Fa per il Comune di
Brescia**

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L2MASW2 Brescia

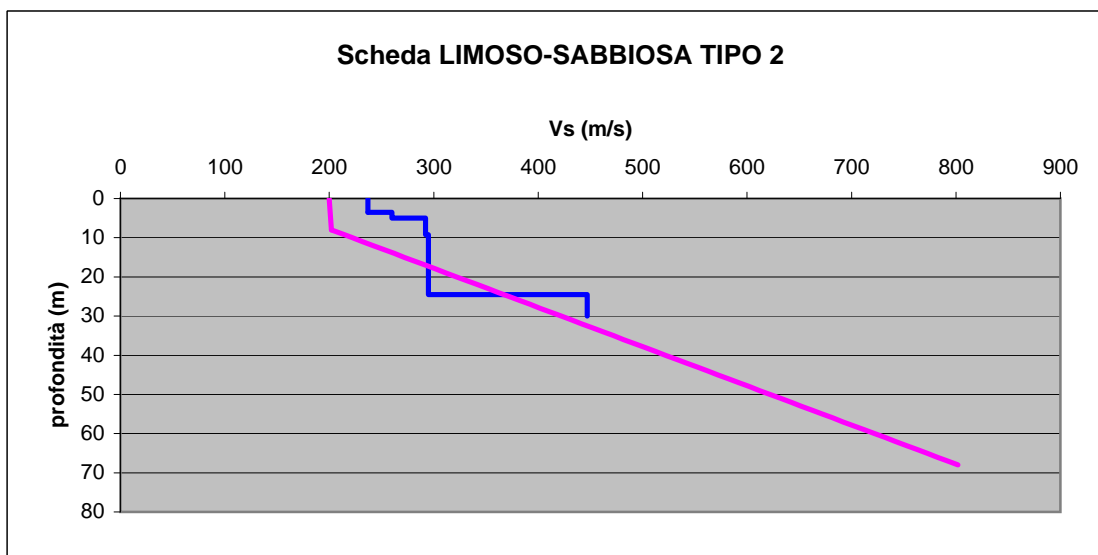
Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
3,5	237	3,5
5,0	260	1,5
9,2	292	4,2
24,5	295	15,3
30,0	447	5,5

Vs₃₀ (m/s) **303**

Periodo T **0,553**

Categoria di sottosuolo **C**



Scheda litologia limso-sabbiosa Tipo 2

curva 2

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **2,0**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,5**

**Valori soglia di Fa per il Comune di
Brescia**

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

1,7	2,4	4,2	3,1
-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L3MAWS3 Brescia

Profilo sismico

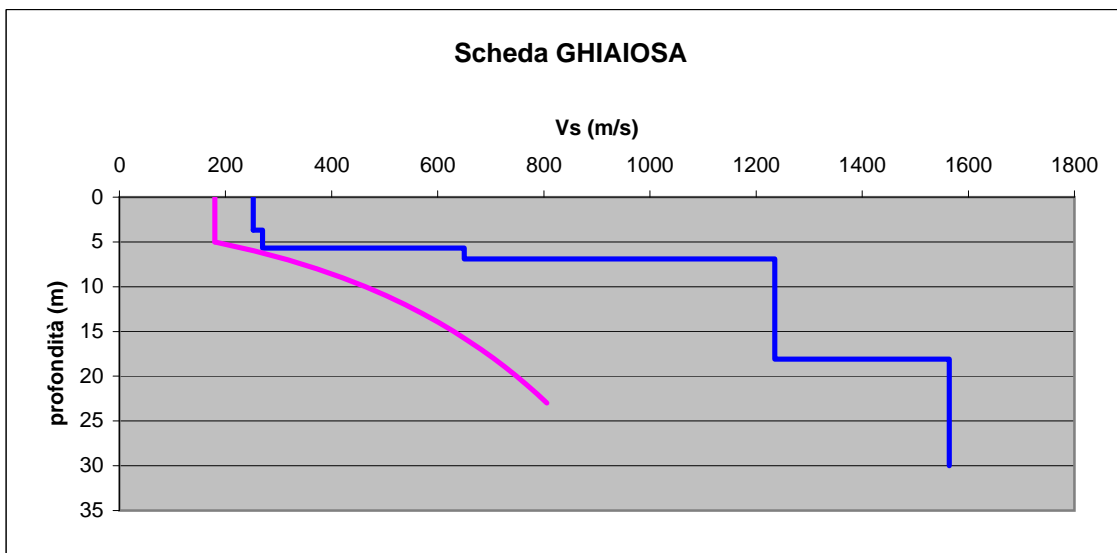
Profondità	Vs	Spessore
3,7	252	3,7
5,7	270	2,0
6,9	650	1,2
18,1	1235	11,2
30,0	1564	11,9

Vs ₃₀ (m/s)	739
Vs _{6,9} (m/s)	288

Periodo T	0,085
-----------	--------------

Categoria di sottosuolo

E



Scheda **litologia ghiaiosa**

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0,1-0,5 s) **1,2**

Fa_(0,5-1,5 s) **1,0**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

B	C	D	E
1,5	1,8	2,3	2,0

1,7	2,4	4,3	3,0
-----	-----	-----	------------

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L4MASW4 Brescia

Profilo sismico

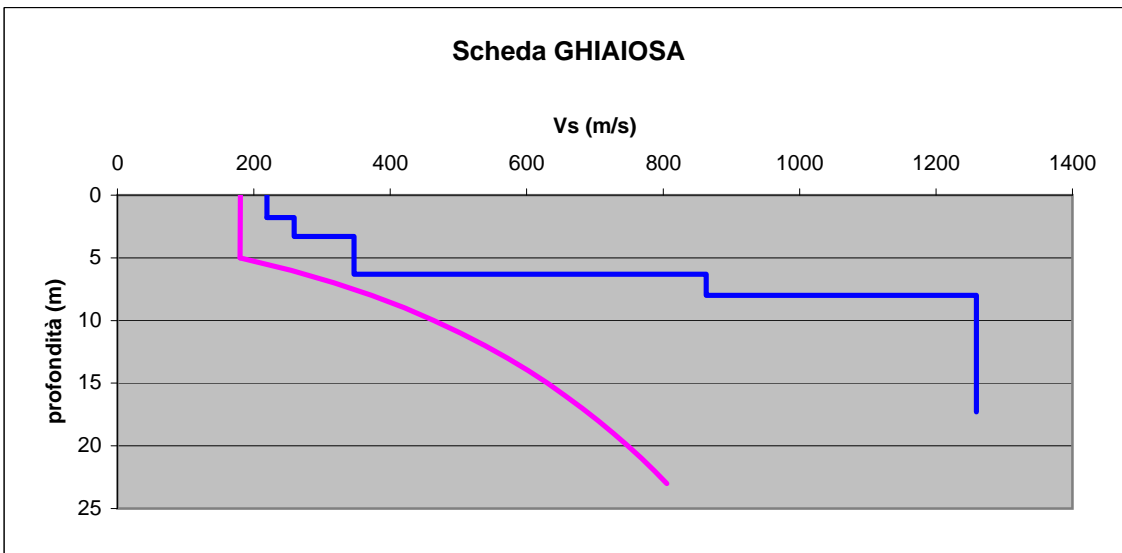
Profondità	Vs	Spessore
1,8	219	1,8
3,3	259	1,5
6,3	347	3,0
8,0	863	1,7
17,3	1259	9,3

Vs ₃₀ (m/s)	752
Vs _{7,3} (m/s)	278

Periodo T	0,087
-----------	--------------

Categoria di sottosuolo

E



Scheda **litologia ghiaiosa**

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,2**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,0**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

B	C	D	E
1,5	1,8	2,3	2,0

1,7	2,4	4,3	3,0
-----	-----	-----	------------

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L5MASW5 Brescia

Profilo sismico

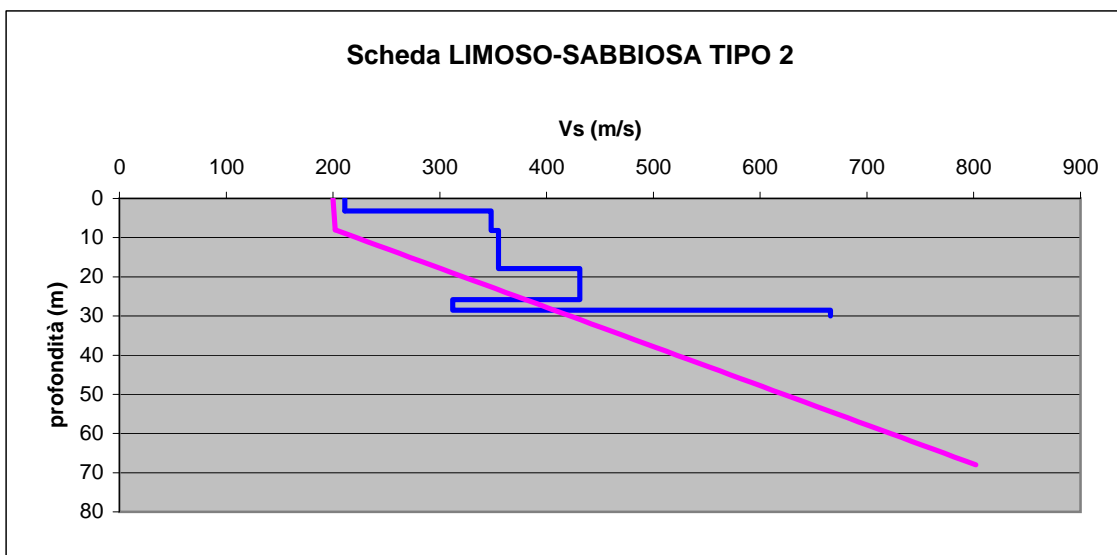
Profondità	Vs	Spessore
3,2	211	3,2
8,2	348	5,0
17,9	355	9,7
25,8	431	7,9
28,5	312	2,7
30,0	666	1,5

Vs₃₀ (m/s) **348**

Periodo T **0,878**

Categoria di sottosuolo

C



Scheda **litologia limoso-ssabbiosa tipo 2**

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,7**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,3**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
	1,5	1,8	2,3	2,0

	1,7	2,4	4,3	3,0
--	-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L6MASW6 Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
3,2	246	3,2
6,5	323	3,3
11,6	332	5,1
17,1	439	5,5
24,1	498	7
30,0	679	5,9

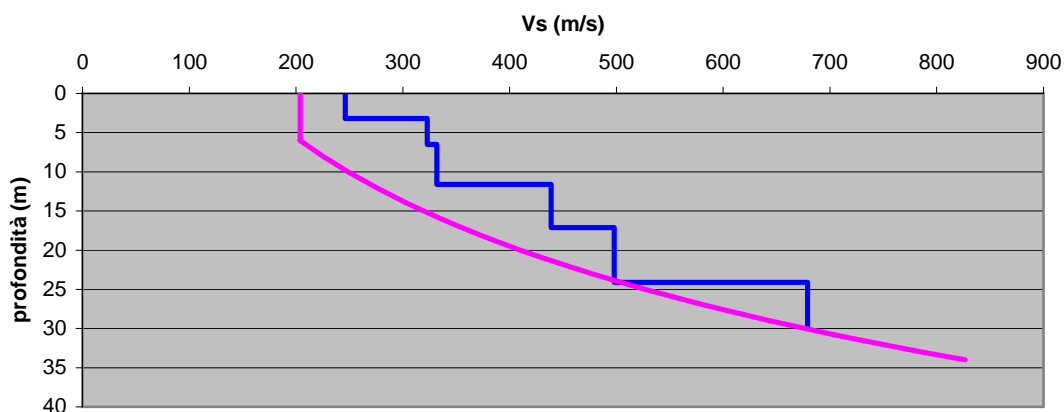
Vs₃₀ (m/s) **406**

Periodo T **0,278**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-argillosa Tipo 2

curva **3**

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) **1,8**

B	C	D	E
1,5	1,8	2,3	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) **1,2**

1,7	2,4	4,3	3,0
------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L7MASW7 Brescia

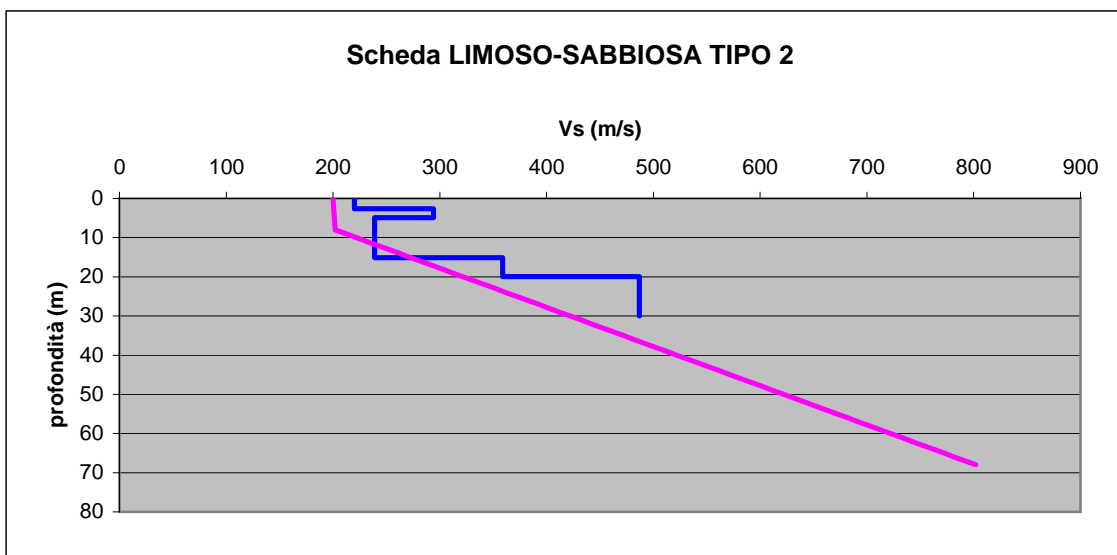
Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,6	220	2,6
4,9	294	2,3
15,1	239	10,2
19,9	359	4,8
30,0	487	10,1

Vs₃₀ (m/s) **311**

Periodo T **0,389**

Categoria di sottosuolo **C**



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva 2

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **2,1**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,4**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0

Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1
---------------------------	-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L8MASW8 Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
6,3	245	6,3
10,0	330	3,7
17,0	409	7,0
30,0	672	13,0
30,0	0	0

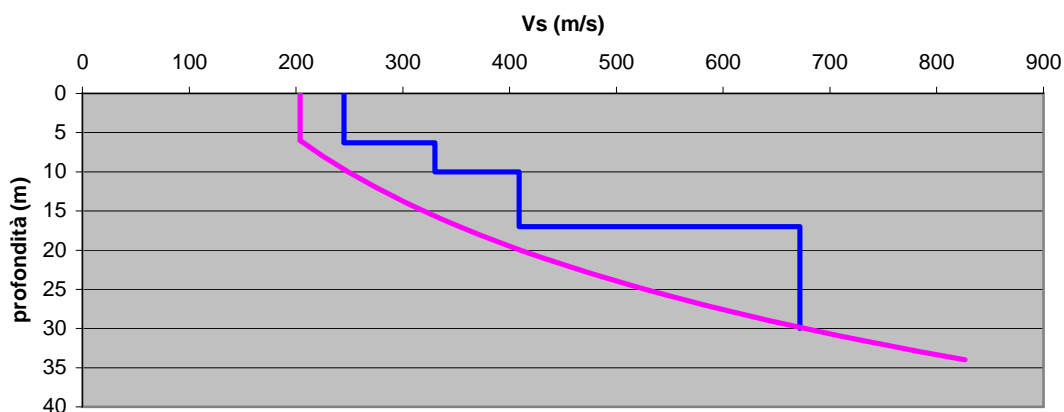
Vs₃₀ (m/s) **409**

Periodo T **0,270**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-argillose tipo 2

curva 2

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) 2,0

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) 1,2

1,7	2,4	4,2	3,1
-----	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L9MASW9 Brescia

Profilo sismico

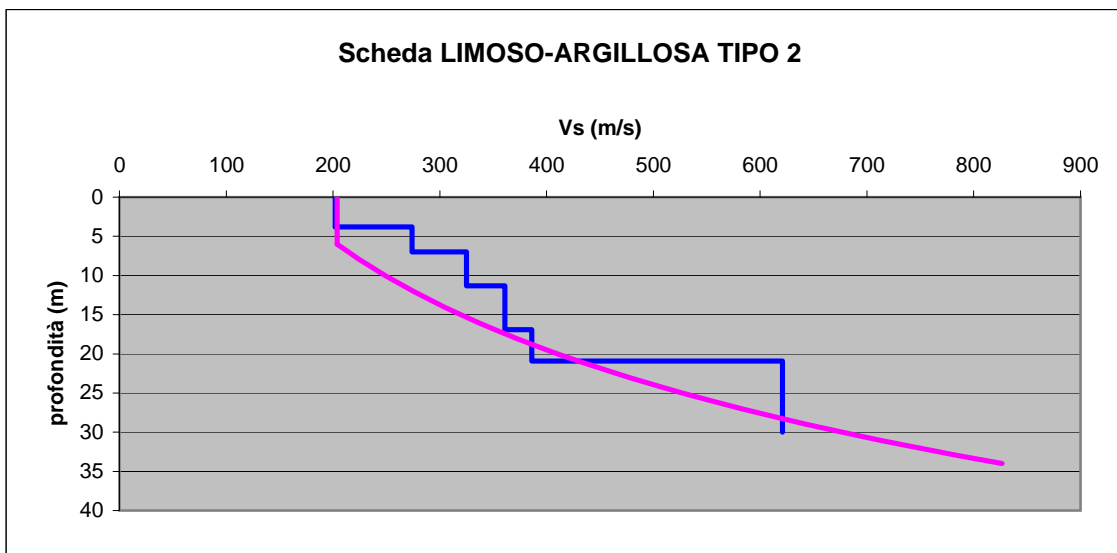
Profondità	Vs	Spessore
3,8	202	3,8
7,0	274	3,2
11,3	325	4,3
16,9	361	5,6
20,9	386	4
30,0	621	9,1

Vs ₃₀ (m/s)	356
Vs _{25,8} (m/s)	300

Periodo T	0,331
-----------	--------------

Categoria di sottosuolo

C



Scheda **litologia limoso-argillose tipo 2**

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0,1-0,5 s) **2,1**

Fa_(0,5-1,5 s) **1,3**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
	1,4	1,8	2,2	2,0

	1,7	2,4	4,2	3,1
--	-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L10MASW10

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
1,3	187	1,3
2,4	171	1,1
3,8	217	1,4
4,9	192	1,1
8,3	384	3,4
9,0	219	0,7
13,2	336	4,2
30	540	16,8

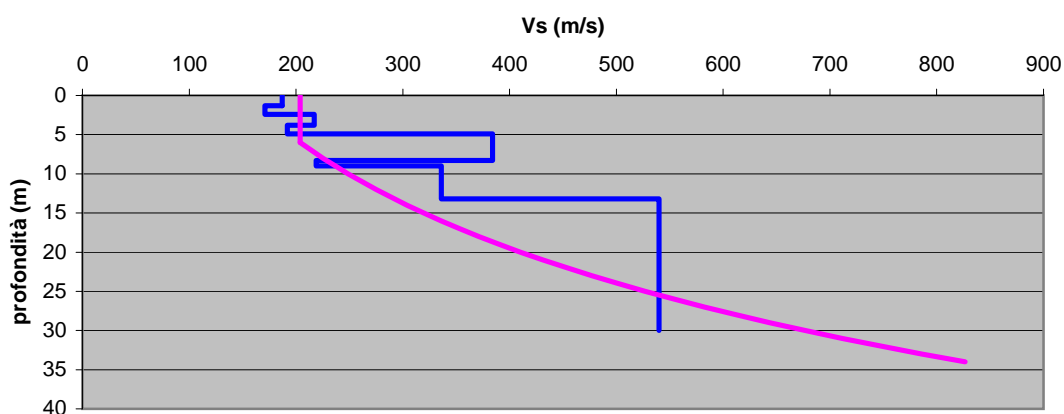
Vs₃₀ (m/s) **356**

Periodo T **0,321**

Categoria di sottosuolo

C

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-argillose tipo 2

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **2,1**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,3**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0

Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1
---------------------------	-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L11MASW11

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
1,2	270	1,2
4,6	291	3,4
10,1	279	5,5
15,9	442	5,8
21,7	437	5,8
30,0	795	8,3

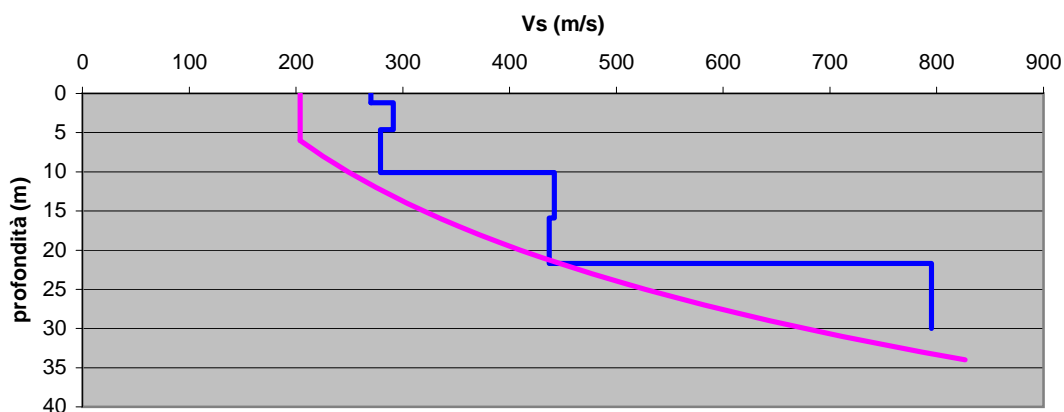
Vs₃₀ (m/s) **413**

Periodo T **0,248**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-argillosa tipo 2

curva **3**

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) **1,7**

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) **1,2**

1,7	2,4	4,2	3,1
------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L12MASW12

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,3	240	2,3
4,5	325	2,2
10,2	354	5,7
15,9	336	5,7
22,8	433	6,9
30,0	573	7,2

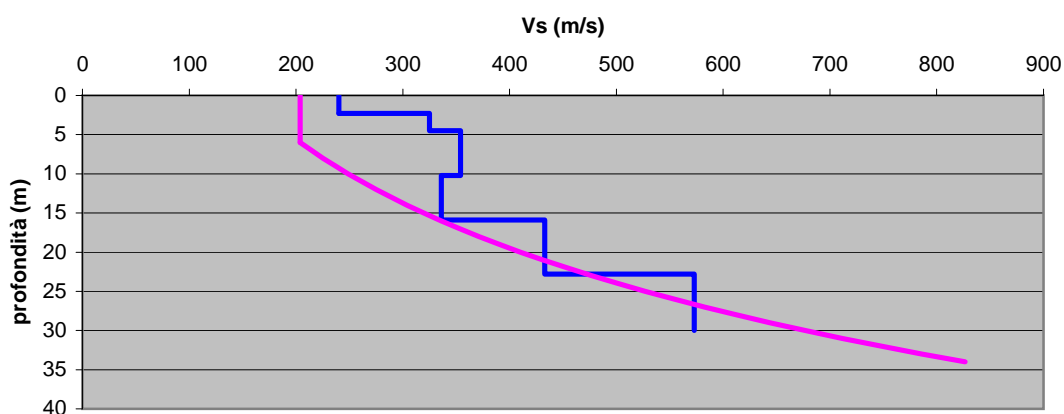
Vs₃₀ (m/s) **385**

Periodo T **0,329**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-argillose tipo 2

curva **3**

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) **1,8**

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) **1,3**

1,7	2,4	4,2	3,1
------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L13MASW13

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
1,8	192	1,8
6,3	269	4,5
10,6	303	4,3
15,7	315	5,1
30,0	397	14,3

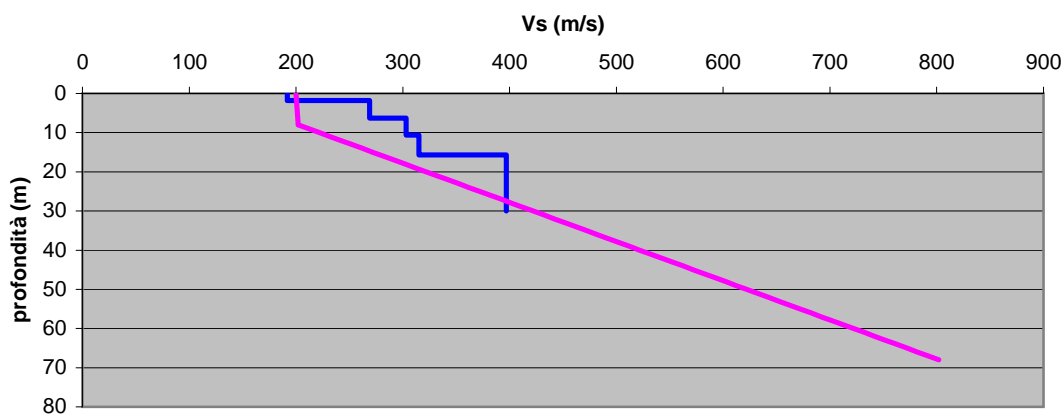
Vs₃₀ (m/s) **324**

Periodo T **0,517**

Categoria di sottosuolo

C

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva **3**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,7**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,5**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0

Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1
---------------------------	-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L14MASW14

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,0	230	2,0
6,0	330	4,0
16,0	480	10,0
18,0	700	2,0
30,0	1200	12

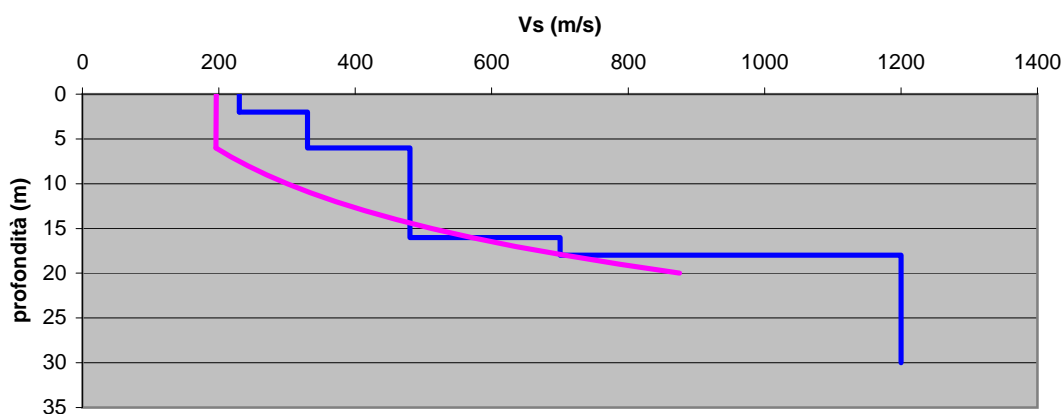
Vs ₃₀ (m/s)	550
Vs ₁₈ (m/s)	404

Periodo T	0,161
-----------	--------------

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 1



Scheda **litologia limoso-argillose tipo 1**

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,5**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,1**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0

Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1
---------------------------	------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L15SR15

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
1,8	188	1,8
10,7	308	8,9
39,0	406	28,3
40,0	1153	1,0

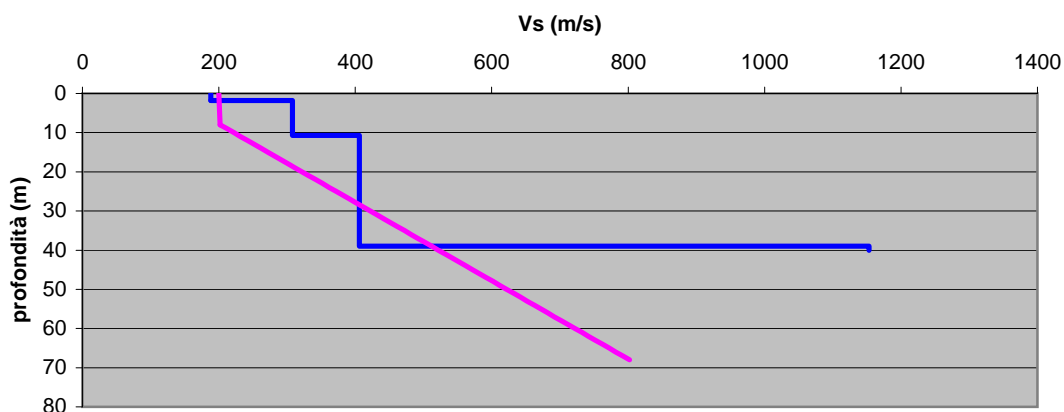
Vs₃₀ (m/s) **349**

Periodo T **0,418**

Categoria di sottosuolo

C

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva 2

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) 2,1

Fa_(0.5-1.5 s) 1,4

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

1,7	2,4	4,2	3,1
-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L18SR18

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
3,0	261	3,0
16,7	404	13,7
32,3	582	15,6
33,3	839	1,0

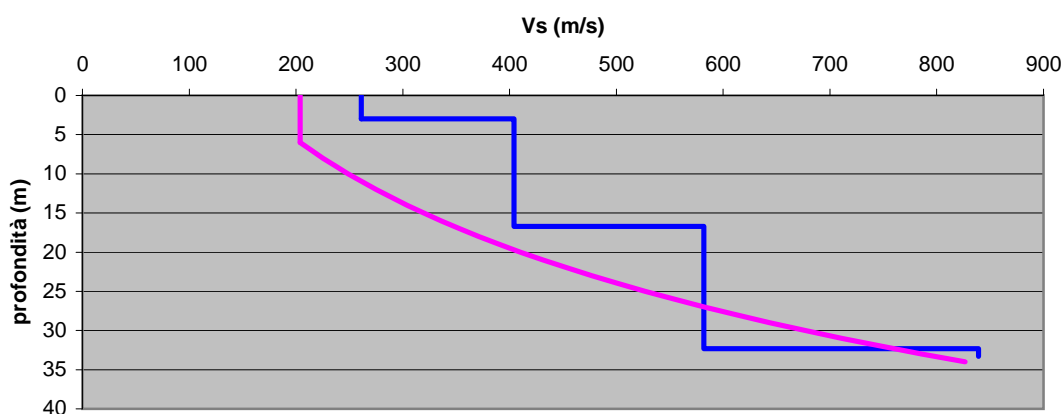
Vs₃₀ (m/s) **440**

Periodo T **0,271**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-argillose tipo 2

curva **3**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,7**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,2**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L23MASW23

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,5	259	2,5
3,9	311	1,4
5,2	359	1,3
10,3	394	5,1
13,7	359	3,4
17,2	535	3,5
30,0	640	12,8

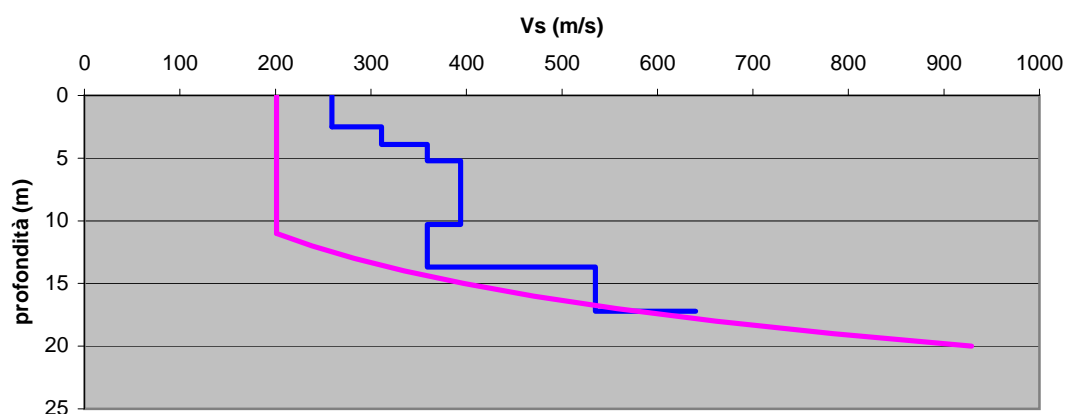
Vs₃₀ (m/s) **450**

Periodo T **0,266**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 1



Scheda **litologia limoso-sabbiosa tipo 1**

curva **2**

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) **1,7**

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) **1,2**

1,7	2,4	4,2	3,1
------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L24MASW24

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,0	250	2,0
10,0	330	8,0
16,0	450	6,0
20,0	380	4,0
32,0	400	12
45,0	620	13
80,0	970	35

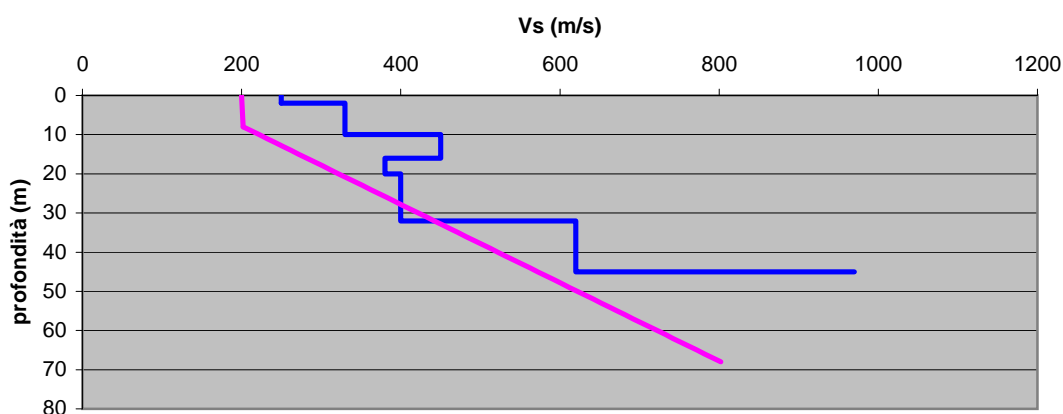
Vs₃₀ (m/s) **370**

Periodo T **0,401**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva **3**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,8**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,4**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L25MASW25

Brescia

Profilo sismico

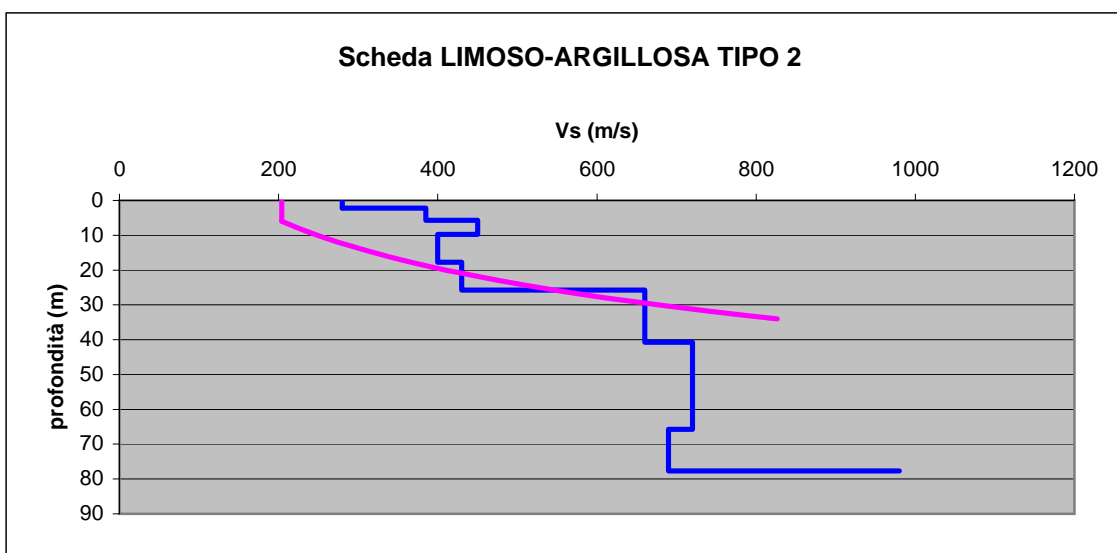
Profondità	Vs	Spessore
2,2	280	2,2
5,7	385	3,5
9,7	450	4,0
17,7	400	8,0
25,7	430	8
40,7	660	15
65,7	720	25
77,7	690	12
85	980	7,3

Vs₃₀ (m/s) **423**

Periodo T **0,518**

Categoria di sottosuolo

B



Scheda **litologia limoso-argillose tipo 2**

curva **3**

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) **1,7**

Fa_(0.5-1.5 s) **1,4**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

1,7	2,4	4,2	3,1
------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L26MASW26

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
2,5	290	2,5
4,5	350	2,0
12,5	430	8,0
20,0	395	7,5
38,0	550	18
54,0	495	16
60,0	980	6

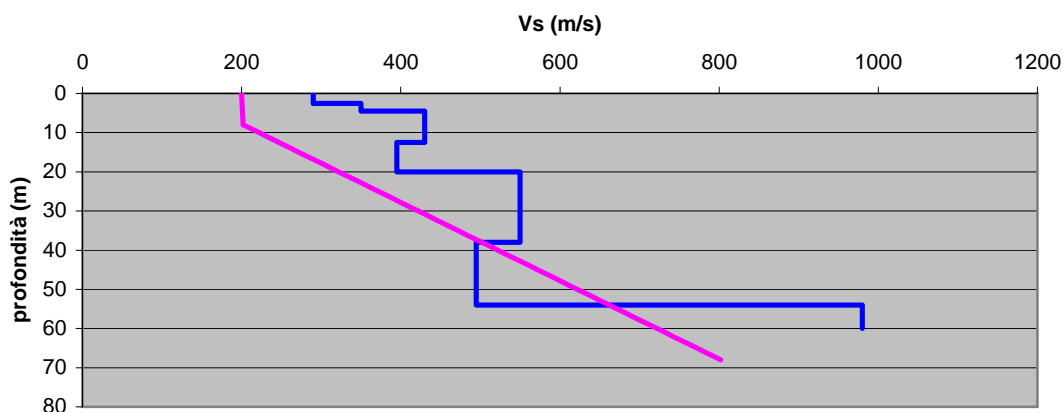
Vs₃₀ (m/s) **428**

Periodo T **0,455**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda **litologia limoso-sabbiosa tipo 2**

curva **2**

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) **1,8**

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) **1,4**

1,7	2,4	4,2	3,1
------------	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L27MASW27

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
1,2	160	1,2
4,5	170	3,3
13,5	290	9,0
21,5	260	8,0
31,5	550	10
51,5	500	20
73,5	620	22
78	850	4,5

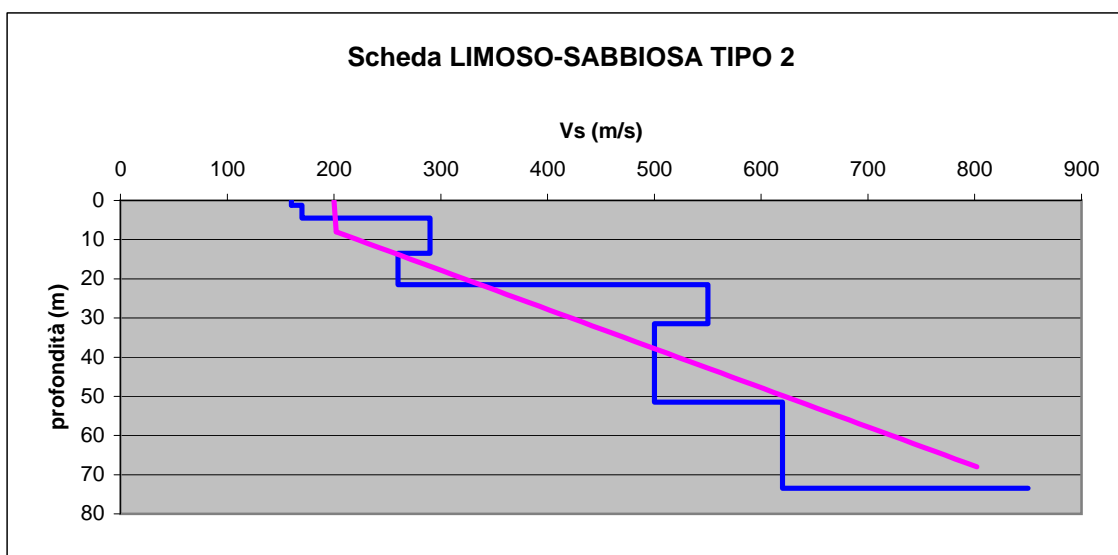
Vs₃₀ (m/s) **288**

Periodo T **0,625**

Categoria di sottosuolo

C

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva 1

Fa calcolato

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

Fa_(0.1-0.5 s) **2,3**

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

Fa_(0.5-1.5 s) **1,5**

1,7	2,4	4,2	3,1
-----	------------	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L28MASW28

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
3,2	250	3,2
9,7	320	6,5
28,2	420	18,5
47,2	580	19,0
59,7	590	12,5
70,0	805	10,3

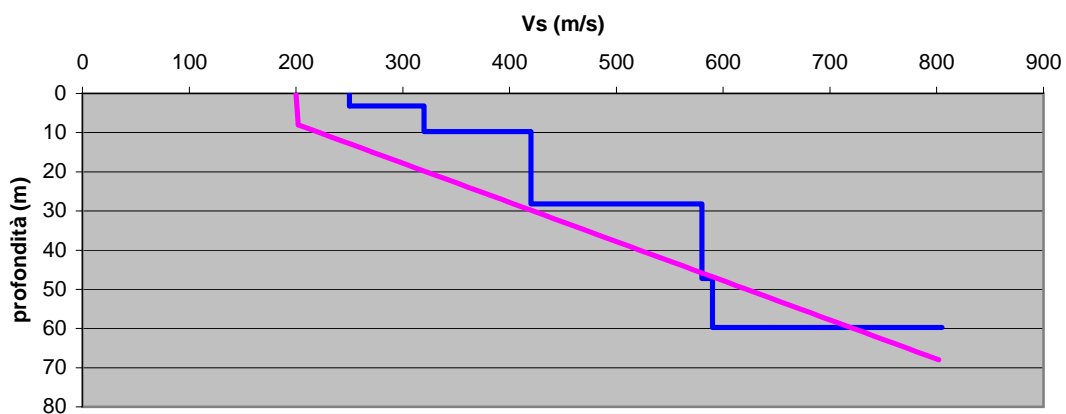
Vs₃₀ (m/s) **374**

Periodo T **0,491**

Categoria di sottosuolo

B

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva 2

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) 2,0

Fa_(0.5-1.5 s) 1,5

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0.1-0.5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa _(0.5-1.5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L29MASW29

Brescia

Profilo sismico

Profondità	Vs	Spessore
3,0	160	3,0
5,0	250	2,0
18,5	365	13,5
31,0	490	12,5
51,0	585	20
55,0	805	4

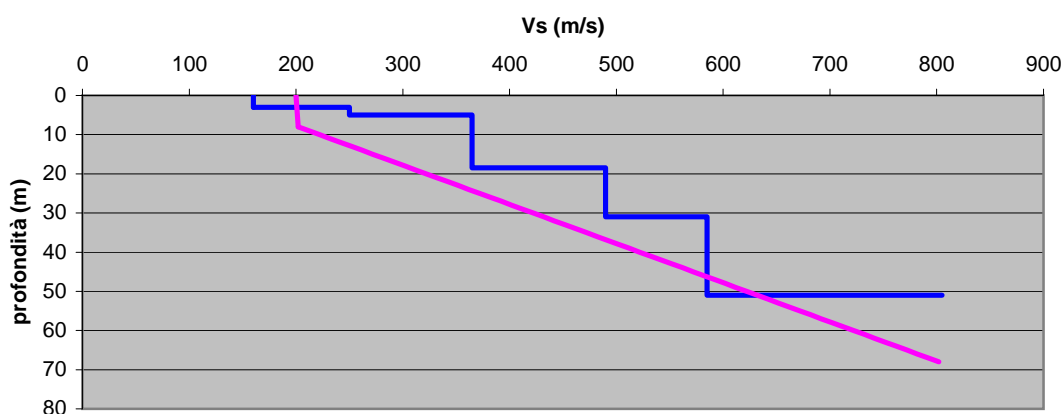
Vs₃₀ (m/s) **344**

Periodo T **0,438**

Categoria di sottosuolo

C

Scheda LIMOSO-SABBIOSA TIPO 2



Scheda litologia limoso-sabbiosa tipo 2

curva 2

Fa calcolato

Fa_(0.1-0.5 s) 2,1

Fa_(0.5-1.5 s) 1,4

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

B	C	D	E
1,4	1,8	2,2	2,0

1,7	2,4	4,2	3,1
-----	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

All. 5 - D.g.r. 9/2616 del 30/11/2011 - § 2.2.2 - Effetti litologici

L30MASW30

Brescia

Profilo sismico

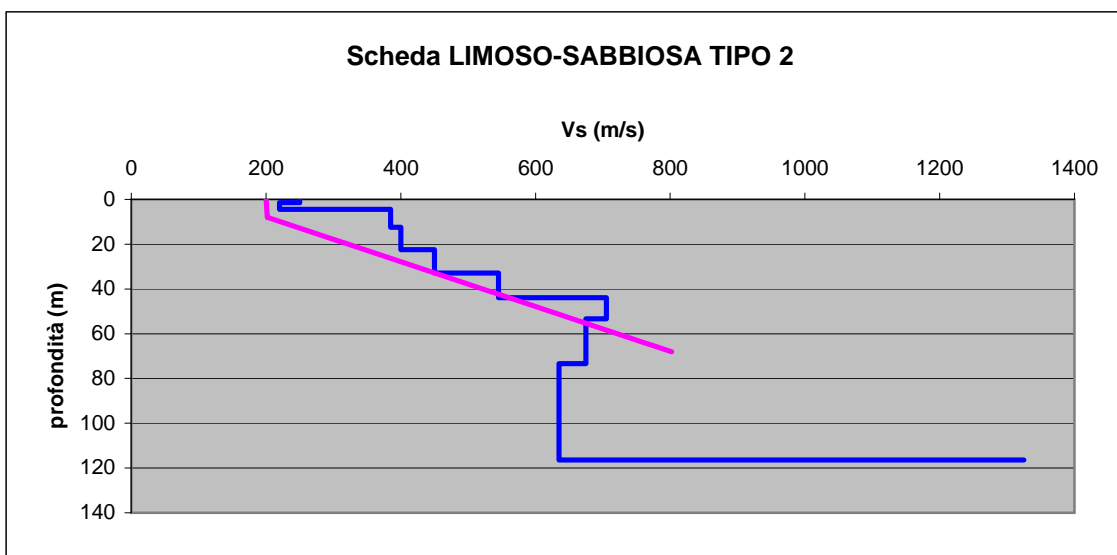
Profondità	Vs	Spessore
1,5	250	1,5
4,4	220	2,9
12,4	385	8,0
22,4	400	10,0
32,9	450	10,5
43,9	545	11
53,4	705	9,5
73,4	675	20
116,4	635	43
126,4	1325	10

Vs₃₀ (m/s) **367**

Periodo T **0,817**

Categoria di sottosuolo

B



Scheda **litologia limoso-sabbiosa tipo 2**

curva **2**

Fa calcolato

Fa_(0,1-0,5 s) **1,8**

Fa_(0,5-1,5 s) **1,6**

Valori soglia di Fa per il Comune di Brescia

	B	C	D	E
Fa _(0,1-0,5 s)	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa _(0,5-1,5 s)	1,7	2,4	4,2	3,1