



**Comune di
S. CRISTINA E BISSONE**
(PROVINCIA DI PAVIA)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO ex. L.R. 12/05

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA (d.g.r. 30 novembre 2011, IX/2616)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

dicembre 2022



SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
2.1 Elementi geomorfologici	2
2.2 Elementi geologici	3
2.3 Caratteristiche geotecniche	3
2.4 Caratteristiche pedologiche	3
2.5 Elementi idrografici	4
2.6 Idrogeologia	5
2.7 Elementi meteorologici	6
3. ANALISI DELLA COMPONENTE SISMICA.....	8
3.1 Normativa sismica	8
3.2 Sismicità locale	9
3.3 Analisi del rischio sismico.....	10
3.3.1 - Approfondimento di 1° Livello.....	10
3.3.2 - Approfondimento di 2° Livello.....	12
4. INDIVIDUAZIONE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA'	18
5. DESCRIZIONE DELLA CARTOGRAFIA PRODOTTA.....	20
5.1 - Tav. 01 - Carta di inquadramento geologico-geomorfologico	20
5.2 - Tav. 02 - Carta idrogeologica	26
5.3 -Tav. 03 - Carta di pericolosità sismica	28
5.4 - Tav. 04 - Carta PAI, Piano Gestione dei Rischi di Alluvione	29
5.5 - Tav. 05 - Carta dei vincoli e di sintesi.....	30
5.6 - Tav. 06 e tav. 07 - Carta di fattibilità geologica	31

ALLEGATI:

- Inquadramento geologico
- Sezione geologica
- Estratto sezione idrogeologica 7 - Ticino Adda
- Sezione idrostratigrafica
- Mappa zonazione sismica
- Valutazione della suscettibilità sismica dell'area

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono sinteticamente illustrati e commentati i risultati dell'aggiornamento dello studio geologico predisposto a supporto del Piano di Governo del Territorio del comune di Santa Cristina e Bissone.

Tale studio ha portato alla redazione di carte tematiche di inquadramento in scala 1:10.000 e di carte di dettaglio in scala 1:5.000, elaborate sulla base di specifiche indagini e rilevamenti di campagna. La cartografia è stata allestita utilizzando come base la CTR 1994 per le carte in scala 1:10.000 e la specifica rilevazione aerofotogrammetrica comunale per le carte in scala 1:5000.

Per la fase di analisi è stata presa in considerazione la documentazione dello studio geologico precedente a cura del Dott. Geol. Daniele Calvi, alla quale si rimanda per completezza, in particolare per quanto riguarda le stratigrafie dei pozzi e le indagini geognostiche eseguite.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Elementi geomorfologici

Il territorio comunale di Santa Cristina e Bissone ha un'estensione di kmq 22,42 circa.

Esso è collocato su due ripiani alluvionali ben distinti, di cui quello più alto, ad una quota di circa 67-71 m s.l.m. e con una superficie di 13,5-14 kmq, corrisponde al "Piano Generale Terrazzato della pianura" o "livello principale della pianura". Il ripiano basso si sviluppa su una superficie di circa 8-8,5 kmq, presenta quote di circa 51-56 m s.l.m. ed è collegato al primo da una scarpata (scarpata morfologica principale) più o meno ripida, alta fino a 14-16 metri.

I ripiani basso, pur essendo difeso dall'argine maestro del Po, è suscettibile delle piene fluviali in caso di eventi catastrofici.

Il Fiume nel punto più vicino dista dal territorio comunale circa 3 km e dal capoluogo oltre 5 km, ma la sua conformazione testimonia quanto la sua storia sia legata all'azione fluviale. Gli alterni processi di deposizione e di erosione operati dal Po in passato hanno determinato ampie divagazioni nella pianura, di ordine chilometrico, del suo alveo.

Come si osserva sulla Tav. 1 il ripiano alto nella parte meridionale si assottiglia formando una sorta di proboscide diretta a sud delimitata sia a ovest che ad est dal ripiano basso; quest'ultimo rappresenta il fondovalle del Po e le forme planimetricamente arcuate (con raggio di curvatura di circa 1,5 km) della scarpata morfologica, modellata a seguito di erosione fluviale, non sono altro che le tracce di meandri fluviali abbandonati.

2.2 Elementi geologici

Il territorio comunale di Santa Cristina e Bissone si estende nella fascia della bassa pianura pavese e risulta interamente modellato in depositi fluvioglaciali e alluvionali del Quaternario, riferibili per età al Pleistocene superiore e all'Olocene (V. Inquadramento Geologico in allegato). Il ripiano alto, facente parte dell'esteso Piano Generale Terrazzato della pianura, è formato da depositi fluvioglaciali riferibili al "Fluviale Würm".

I depositi olocenici sono riferibili all'"Alluvium medio e recente" e costituiscono il territorio tra il Po e il piede della scarpata morfologica principale che delimita il terrazzo würmiano.

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza in superficie ed in profondità di una successione di depositi alluvionali costituiti da litologie prevalentemente sabbiose, localmente ricoperte, in particolare in corrispondenza del ripiano basso, da una coltre limoso-argillosa di spessore da decimetrico a metrico; inoltre si è rilevata la presenza di depositi di torba nelle parti più basse dei paleoalvei del Po.

2.3 Caratteristiche geotecniche

Complessivamente il territorio comunale è costituito da terreni di discrete caratteristiche geomeccaniche, con portanza sufficiente per le normali edificazioni; storicamente non si ha notizia di lesioni gravi alle costruzioni abitative, tali da costituire un pericolo per gli abitanti e costringere a demolizioni o rifacimenti.

Le aree potenzialmente a rischio per quanto riguarda l'eventuale presenza di terreni scadenti, quanto a portanza o cedevolezza, sono state evidenziate sulla cartografia (V. Tavv. 1 e 5) e inserite in apposita classe di fattibilità (V. Tav. 6 - 7 classe 4a).

Ogni intervento da realizzare deve rispettare le disposizioni delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17 gennaio 2018).

In particolare per qualsiasi costruzione a destinazione produttiva e/o di consistente impatto sul terreno di fondazione dovranno essere eseguite specifiche indagini e valutazioni geotecniche, che potranno essere programmate ad hoc solo una volta definiti i parametri necessari quali ad esempio: superficie di intervento, tipologia, destinazione, pressione sul terreno.

2.4 Caratteristiche pedologiche

La zonazione geopedologica, riportata in modo schematico sulla Tav. 1, è desunta dalla "Base informativa Pedologica" della Regione Lombardia, disponibile sul Geoportale.

Nel Cap. 5.1 viene riportata la descrizione delle diverse Unità cartografiche inquadrare nelle rispettive Unità di paesaggio, a loro volta ripartite nei diversi Sistemi e Sottosistemi di paesaggio.

2.5 Elementi idrografici

Il territorio è interessato da corsi d'acqua naturali e da una rete di canali di ordine e funzione diversificati, legati al sistema di irrigazione (di competenza del Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi) e di colo dei deflussi superficiali. Al piede della scarpata morfologica principale la falda è subaffiorante, tanto che i terreni sono drenati da una fitta rete di canaletti che confluiscono nei colatori che più a valle scaricano nel F. Po.

Un solo corso d'acqua appartiene al reticolo minore di competenza comunale: si tratta del Cavetto Fontanile, ubicato sul ripiano basso immediatamente a sud del capoluogo.

Il reticolo Consortile (tratto dal Geoportale della Regione Lombardia) è rappresentato dai seguenti corsi d'acqua:

- ubicati sul ripiano alto: Colatore Nerone Gariga, Roggia Bissona, Cavo Marocco, Canale deviatore Acque Alte, Roggia Miradola
- ubicati sul ripiano basso: Colatore Olonetta, Roggia Visconta, Colatore Refugo Roggione, Colatore Reale.

I tracciati sono riportati sulla Tav. 2 - Carta Idrogeologica.

Sono presenti anche specchi d'acqua artificiali ubicati nel ripiano basso, con superfici di poche migliaia di metri quadrati. I primi due sono ubicati in prossimità della C.na Visconta, nella zona sud orientale del territorio comunale; uno è realizzato in scavo, a poche decine di metri dalla cascina, ha una profondità di 2-2,5 m rispetto al piano campagna intercettando la falda superficiale e l'acqua è permanente con un battente idrico di circa 0,8-1,5 m a seconda della stagione; l'altro è a circa 200 m a est della cascina, è realizzato a scavo per una profondità inferiore al metro, è temporaneo, viene alimentato dall'acqua derivata da una roggia scorrente lungo il lato orientale e costituisce una zona umida di valenza ecosistemica utilizzata in passato come postazione per la caccia all'anatra.

Il terzo specchio d'acqua, permanente, è ubicato al piede della scarpata morfologica nel tratto orientale: risulta collocato nell'ambito di un affioramento di torbe, è realizzato in scavo per una profondità stimabile in circa 1,5-2 metri; lo scopo di tale fossa, così come pure quello di ampi canali presenti a est e sud della stessa presumibilmente è di drenare l'acqua dai terreni sortumosi fortemente impregnati dalla falda subaffiorante.

Il Comune è dotato di specifico studio di "Individuazione del reticolo idrico principale, minore, consortile", cui si rimanda.

2.6 Idrogeologia

La definizione degli elementi litologico-strutturali del sottosuolo condiziona sensibilmente la presenza degli acquiferi legati all'assetto strutturale della pianura.

Si è in presenza di un unico acquifero che si sviluppa fino a circa 60 m di profondità rispetto al piano campagna del ripiano alto (würmiano). Esso risulta costituito da sabbie prevalenti ma la stratigrafia non è uniforme: si ha un'alternanza di livelli non continui arealmente di spessore metrico con granulometria variabile dalla sabbia fine alla sabbia granosa; localmente sono presenti intercalazioni di livelli di argilla e anche di torba e lignite in giacitura lentiforme, di scarso o nullo significato idrogeologico in quanto la loro discontinuità areale non consente l'instaurarsi di falde diversificate.

Lo studio promosso da Regione Lombardia ed ENI "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia - 2002" ha riconosciuto la presenza, nella pianura lombarda, di 4 Gruppi Acquiferi identificati da lettere, di cui 'A' è il più superficiale e 'D' il più profondo.

I pozzi idropotabili e non di Santa Cristina e Bissone si approvvigionano dal Gruppo Acquifero 'A'. La sezione idrostratigrafica in allegato, estratta dallo studio citato, evidenzia bene l'assetto stratigrafico locale.

Al di sotto di 60 m prevalgono le argille e gli sporadici orizzonti acquiferi sono saturi di acque salmastre. Si allega la stratigrafia dei primi 500 m del pozzo esplorativo realizzato dall'Agip nella periferia ovest del capoluogo nel 1962, dal quale emerge tale situazione.

Il PTUA (Piano di Tutela e Uso delle Acque elaborato da Regione Lombardia del 2014) individua 3 Idrostrutture Sotterranee (Superficiale, Intermedia, Profonda) riconducibili rispettivamente a 3 Gruppi Acquiferi (A1 + A2 = ISS; B = ISI; C = ISP).

I pozzi idropotabili e non di Santa Cristina e Bissone si approvvigionano dalla ISS, Gruppo Acquifero 'A1'. La sezione idrogeologica in allegato, estratta dal PTUA, evidenzia bene l'assetto idrogeologico locale.

Il PTUA attraverso le misurazioni di soggiacenza della falda svolte nel 2014 in pozzi e piezometri con diverse profondità, ha ricostruito le linee isopiezometriche della falda profonda (quella generalmente utilizzata per l'approvvigionamento idropotabile) e della falda superficiale. In particola quest'ultima può essere presente nei metri più superficiali, direttamente connessa con i corsi d'acqua e ravvenata dalle pratiche irrigue; la topografia a livello locale può influenzare sensibilmente il "disegno" delle linee isopiezometriche, fatto questo che non può essere considerato da un piano alla scala regionale; tuttavia, a scopo cautelativo, per la zona di Santa Cristina e Bissone la situazione rappresentata dal PTUA è da prendere in massima considerazione in quanto arealmente il passaggio dalla

falda superficiale alla sottostante sono favoriti dalla discontinuità stratigrafica e granulometrica.

Il senso di deflusso generale della falda, sensibilmente condizionato dalla presenza del Po che ne costituisce l'asse di drenaggio principale, è all'incirca da nord ovest a sud est. Il gradiente piezometrico della falda profonda è nell'ordine di 2-4‰, mentre quello della superficiale è generalmente inferiore al 2‰.

Il territorio comunale in base alla soggiacenza della falda rispetto al piano campagna si può suddividere in 3 classi corrispondenti a:

- a) Aree con profondità dell'acquifero inferiore ai 5 m, che si sviluppano soprattutto nell'ambito del ripiano basso; in corrispondenza dei paleovalvei fluviali e alla base della scarpata morfologica principale la falda si avvicina alla superficie del terreno fino ad affiorare.
- b) Aree con profondità dell'acquifero compresa tra 5 e 10 m, che si ritrovano nella parte mediana del ripiano alto.
- c) Aree con profondità dell'acquifero superiore ai 10 m, corrispondenti all'ampia zona del ripiano alto, con estensione di 500-600 m dalla scarpata morfologica principale.

Durante l'anno si verificano oscillazioni del livello freatico, condizionate dall'andamento meteorologico stagionale e dalla pratica irrigua che, attraverso la percolazione idrica diffusa sulla quasi totalità della superficie coltivata, determina un innalzamento costante della falda durante tutto il periodo estivo.

Il "Piano di Tutela delle Risorse Idriche" della Regione Lombardia inserisce il territorio del comune di Santa Cristina e Bissone in zona di salvaguardia della falda in quanto "area di ricarica".

2.7 Elementi meteoroclimatici

Per la caratterizzazione meteo-climatica del territorio comunale le informazioni sono ricavate dal Geoportale di Regione Lombardia.

Il territorio di Santa Cristina e Bissone rientra in una fascia climatica caratterizzata da precipitazioni con valori medi annui di 860 mm di pioggia, con valori massimi di 1400 mm e minimi di 400 mm.

Secondo le curve di possibilità climatica elaborate da ARPA Lombardia il valore delle precipitazioni orarie e giornaliere sono le seguenti:

durata (ore)	tempo ritorno (anni)	mm
1	5	31
1	100	60
24	5	81
24	100	154

La distribuzione mensile presenta il massimo autunnale a ottobre.

La temperatura, secondo la stazione meteo di Pavia, dal 2000 tende all'innalzamento: la media annuale è aumentata da un minimo di 12.3°C osservato a cavallo del 1900, ad un massimo di 13.6°C, rilevata negli ultimi anni.

3. ANALISI DELLA COMPONENTE SISMICA

3.1 Normativa sismica

L'individuazione delle zone sismiche nelle quali è suddiviso il territorio nazionale è stata attuata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 (Supplemento ordinario n. 72), che fornisce anche le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

Tale Ordinanza è entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

Dal 22 marzo 2018 sono entrate definitivamente in vigore le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018).

La Regione Lombardia, con d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03 ed ha aggiornato la precedente classificazione di cui al d.m. 5 marzo 1984 (che individuava come sismici n. 41 comuni ricadenti in zona 2), inserendo n. 238 comuni in zona 3 e i 1267 restanti in zona 4. Successivamente ha proceduto ad una riclassificazione con D.G.R. 11 luglio 2014 n. 2129, attraverso la quale in zona 4 sono rimasti 446 comuni, in zona 3 n. 1.028, in zona 2 n. 57 (v. mappa di zonazione regionale in allegato).

La metodologia di analisi e valutazione degli effetti sismici di sito per lo studio degli aspetti sismici nei Piani di Governo del Territorio è stata definita con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 1566. Tale metodologia è stata successivamente aggiornata con Deliberazione G. R. Lombardia 28 maggio 2008, VIII/7374, in particolare per quanto riguarda i valori di "soglia" calcolati per ogni singolo Comune, e con Deliberazione G. R. Lombardia 30 novembre 2011, IX 2616.

Tale procedura prevede tre livelli di approfondimento, con grado di dettaglio in ordine crescente:

- 1) il 1° livello, da attuare in fase pianificatoria, è obbligatorio per tutti i Comuni;
- 2) il 2° livello è da attuare anch'esso in fase pianificatoria per i Comuni in zona 3, mentre per quelli in zona in zona 4 è obbligatorio solo in presenza di determinati scenari di pericolosità sismica locale (Z3 e Z4, individuati con il 1° livello) ed esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti (v. allegati);
- 3) il 3° livello riguarda la fase progettuale ed è obbligatorio: 1) quando attraverso gli approfondimenti di 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) caratterizzati da effetti di amplificazione (Z3 e Z4); 2) per gli scenari di pericolosità sismica locale

caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (Z1 e Z2), per edifici e opere infrastrutturali classificati strategici e rilevanti.

3.2 Sismicità locale

Il Comune di Santa Cristina e Bissone, secondo l'attuale classificazione sismica, ricade in "zona 3", quindi è stato declassato (maggior pericolosità) rispetto alla precedente classificazione.

Secondo la carta della "massima intensità macrosismica risentita in Italia" (dati dall'anno 1 al 1992), alla scala 1:1.500.000 del 1995, a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica, buona parte del territorio di Santa Cristina e Bissone, comprendente i centri abitati, presenta una intensità sismica, espressa in scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), pari al VI grado. L'effetto di un sisma di tale intensità, *avvertito da tutti con apprensione*, è il seguente: *parecchi fuggono all'aperto, forte sbattimento di liquidi, caduta di libri e ritratti dalle mensole, rottura di qualche stoviglia, spostamento di mobili leggeri con eventuale caduta di alcuni di essi, suono delle più piccole campane delle chiese; in singole case crepe negli intonaci, in quelle mal costruite o vecchie danni più evidenti ma sempre innocui: possibile caduta eccezionalmente di qualche tegola o comignolo*.

Ai fini dell'applicazione delle normative antisismiche, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 per ciascuna zona sismica nei calcoli strutturali prevedeva l'applicazione di un parametro "ag" rappresentante l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. I valori convenzionali di "ag", espressi come frazione dell'accelerazione di gravità "g", da adottare in ciascuna zona sismica erano riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, come da tabella seguente.

Tabella 3.2.1 (O.P.C.M. n. 3274/2003)

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Per il comune di Santa Cristina e Bissone l'accelerazione massima calcolata (dal Gruppo di Lavoro interdirezionale "Coordinamento azioni sul rischio sismico" costituito

con decreto n. 8448 del 23 settembre 2013 del Direttore Generale della D.G. Sicurezza, Protezione Civile e Immigrazione) è: **AgMax = 0,088398g**.

Già con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica non è stata più correlata direttamente alla Zona sismica di appartenenza, ma deve essere definita in relazione all'ubicazione del sito di progetto, utilizzando il reticolo di riferimento riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

3.3 Analisi del rischio sismico

3.3.1 - Approfondimento di 1° Livello

Come già sopra evidenziato, Santa Cristina e Bissone ricade in un territorio che presenta condizioni di rischio sismico di attenzione. Localmente possono sussistere particolari condizioni geologiche e geomorfologiche che possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e per questo motivo è di fondamentale importanza identificare la categoria di terreno presente.

L'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, in riferimento all'art. 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, deve essere valutata mediante studi specifici di risposta sismica locale, sulla base dei quali i terreni vengono classificati secondo la seguente tabella.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Per lo studio del 1° livello di approfondimento ci si è basati su un approccio qualitativo utilizzando le informazioni contenute nello "Studio geologico" esistente, della documentazione e dei rilievi di campagna. Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di terreni riferibili mediamente al tipo "C".

E' stata predisposta la "Carta della pericolosità sismica locale", che individua le diverse situazioni tipo (elencate nella tabella seguente) presenti nel territorio comunale, in grado di determinare gli effetti sismici locali.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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 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 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

La Carta della pericolosità sismica locale deve essere utilizzata tutte volte che si intendono modificare le previsioni urbanistiche per determinare preventivamente la necessità di applicazione dei successivi livelli di approfondimento.

Il territorio comunale di Santa Cristina e Bissone presenta scenari di pericolosità sismica riconducibili a "Z2a", "Z3a", "Z3b" e "Z4a" della precedente tabella.

Lo scenario Z4a deriva dall'origine alluvionale del territorio, suscettibile di amplificazioni sismiche litologiche, legate alla natura dei terreni. Gli scenari Z3a e Z3b corrispondono a cigli di scarpata e creste suscettibili di amplificazioni sismiche di tipo topografico, legate alla geometria dei profili del terreno. Lo scenario Z2a corrisponde a tratti di paleoalvei fluviali caratterizzati dalla presenza di depositi saturi a componente fine e organica, suscettibili di cedimenti a seguito di azione sismica.

I tratti di scarpata che presentano altezze superiori a 10 metri sono stati evidenziati sulla Carta della Pericolosità Sismica come elemento lineare.

Per le aree riconducibili a scenari di pericolosità Z2a è necessaria l'analisi di 3° livello, in fase progettuale.

3.3.2 - Approfondimento di 2° Livello

Nelle aree suscettibili di amplificazione sismica (scenari Z3 e Z4), la normativa regionale prevede l'applicazione di un approfondimento di 2° livello.

La procedura prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree individuate, con stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (F_a). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (nel caso di un F_a calcolato superiore al F_a di soglia comunale desunto dalla banca dati predisposta dal Politecnico di Milano ed accessibile attraverso il sito istituzionale della Regione Lombardia).

Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, 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 di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello di suolo D.

Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: il primo si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, il secondo a strutture più alte e flessibili.

La procedura di 2° livello fornisce per gli aspetti litologici (scenario Z4) valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo, mentre per gli aspetti morfologici viene considerato solo l'intervallo tra 0.1-0.5 s.

Per il territorio di Santa Cristina e Bissone si possono avere due fondamentali gruppi di effetti di sito o di amplificazione sismica locale, che fanno parte del 2° livello di approfondimento per la definizione della pericolosità sismica locale:

- effetti di amplificazione morfologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale, che abbiano determinate geometrie; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità di creste presenti nei rilievi delle zone collinari o montane o delle scarpate sia delle zone montane che di pianura.
- effetti di amplificazione litologica connesse alle caratteristiche dei terreni.

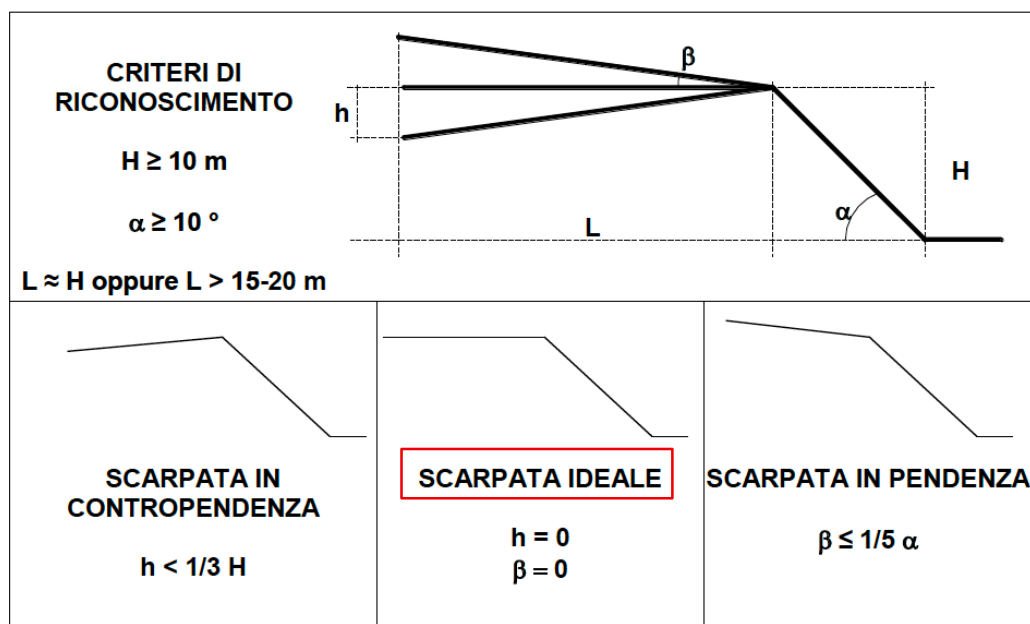
La geometria delle scarpate presenti nel territorio di Santa Cristina e Bissone è tale per cui il fattore di amplificazione massimo sarebbe pari a 1,1 e pertanto risulta evidente che, a fini cautelativi, sono sempre prioritariamente da considerare gli effetti litologici di seguito valutati.

Effetti morfologici (scenario Z3a)

La valutazione del grado di protezione per gli scenari Z3a si ottiene confrontando il valore di amplificazione F_a del sito, (ricavato come previsto dalle schede di valutazione di cui all'Allegato 5 dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio) con il valore soglia (S_t) stabilito dalla normativa nazionale.

La scheda di valutazione predisposta da Regione Lombardia Individua tre tipi di scarpate e ne determina il valore di F_a e l'area di influenza in base alla classe altimetrica e di inclinazione.

EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATA - SCENARIO Z3a



Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $Fa_{0.1-0.5}$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Le scarpate presenti nel territorio di Santa Cristina e Bissone ed interferenti con l'urbanizzato rientrano nella definizione di "scarpata ideale", comprese nella prima classe altimetrica (altezze tra 10 e 20 m): il valore di Fa è pari a 1,1, con area di influenza pari all'altezza della scarpata.

Per quanto riguarda l'unica "cresta" individuata nella zona sud del capoluogo la scheda di valutazione è di seguito riportata.

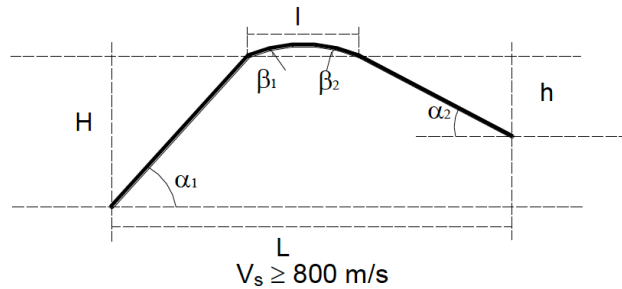
EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b

CRITERI DI RICONOSCIMENTO

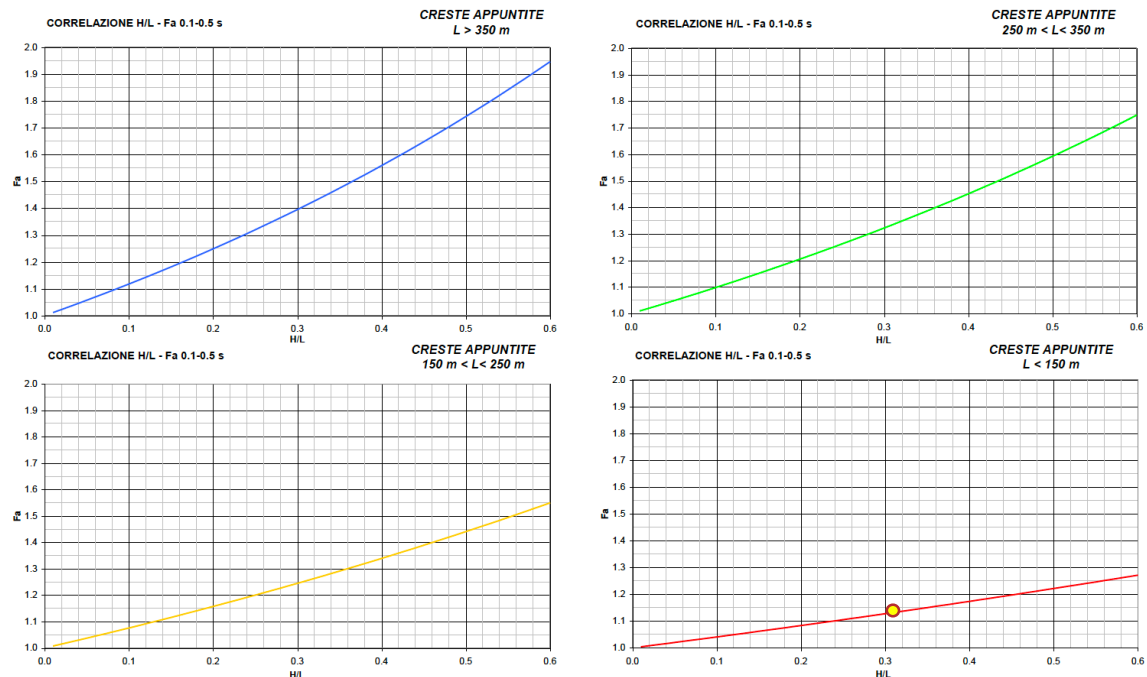
CRESTA
 $\alpha_1 \geq 10^\circ$ e $\alpha_2 \geq 10^\circ$
 $h \geq 1/3 H$

CRESTA ARROTONDATA
 $\beta_1 < 10^\circ$ e $\beta_2 < 10^\circ$
 $l \geq 1/3 L$

CRESTA APPUNTITA
 $l < 1/3 L$



	$L > 350$	$250 < L < 350$	$150 < L < 250$	$L < 150$
Creste Appuntite	$Fa_{0.1-0.5} = e^{1.11H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.93H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.73H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.40H/L}$
Creste Arrotondate	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			



Si configura come una cresta appuntita in quanto la larghezza di coronamento risulta ampiamente inferiore a $1/3$ della larghezza alla base (L); la larghezza (L) inferiore a 150 m ed un rapporto $H/L=0,31$; risulta un $Fa=1,13$.

I coefficienti di amplificazione topografica (St) fissati dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per le diverse categorie topografiche, sono riportati nelle seguenti tabelle:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

In rosso sono indicate la categoria topografica alla quale si riferiscono le scarpate, mentre in blu quella nella quale si riconosce l'unica cresta artificiale presente.

Le scarpate individuate ricadono nella categoria topografica T2 a cui corrisponde un S_T di 1,2. Pertanto il valore di $F_a=1,1$, anche considerando la variabilità di 0,1 derivante dalla applicazione di una procedura semplificata per la sua determinazione, non supera il valore di soglia; anche per la cresta, per la quale $F_a=1,4$ non si ha il superamento del valore di soglia.

Quindi la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla stessa.

Come già specificato, la procedura si applica solo per l'intervallo di periodo tra 0.1-0.5s; nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra 5 e 15 piani è necessario effettuare analisi di 3° livello in fase di progettazione edilizia.

Effetti litologici (scenario Z4a)

La “componente geologica, idrogeologica e sismica” del PGT vigente è corredata da n. 5 indagini sismiche eseguite nel 2008; tali indagini sono state elaborate per la definizione delle velocità delle onde sismiche di taglio o trasversali “ V_{s30} ”.

Per valutare gli effetti litologici è necessario ora procedere al calcolo dei fattori di amplificazione (F_a) basandosi sui medesimi dati geofisici ottenuti dal Dott. Geol. Daniele

Calvi mediante l'esecuzione delle n. 5 prove sismiche mediante metodologia MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) rappresentative delle diverse condizioni territoriali; l'ubicazione è riportata sulla Tav. 4 - Carta della pericolosità sismica locale.

In allegato viene integralmente riportata la relazione sulle prove e loro interpretazione, eseguite dallo Studio Geologico Trilobite.

Le tabelle seguenti riportano i valori di soglia calcolati per il comune di Santa Cristina e Bissone come indicati nella banca dati messa a disposizione dalla Regione, per edifici bassi (max 4 piani) regolari e rigidi (periodo 0.1-0.5 s) e per edifici più alti (più di 4 piani) e flessibili (periodo 0.5-1.5 s).

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
1,4	1,8	2,2	2,0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s			
Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
1,7	2,4	4,2	3,1

I dati fondamentali ricavati dall'interpretazione delle indagini geofisiche sono i seguenti:

Prova	Vs30 m/s	Categoria suolo	Fa (0.1-0.5s)	Fa (0.5-1.5s)
1	231	C	1,0	1,9
2	228	C	1,1	1,9
3	188	C	1,0	1,8
4	261	C	1,1	1,9
5	209	C	1,1	2,0

Concludendo, lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo **C** risulta sufficiente per far fronte alla reale amplificazione potenziale rilevata nei siti oggetto di indagine.

4. INDIVIDUAZIONE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA'

Il territorio comunale di Santa Cristina e Bissone presenta elementi di possibile rischio idrogeologico ricollegabili essenzialmente all'esondabilità del F. Po e alla vulnerabilità delle acque superficiali e sotterranee.

Per quanto riguarda il Po, il rischio è relativo in quanto il Fiume è delimitato da arginature adeguate e da scarpate naturali in grado di contenere le piene ordinarie. Invece per le piene eccezionali è necessario tenere conto di quanto segue.

Le aree oggetto di esondazione sono state individuate in primo luogo dall'Autorità di Bacino attraverso il PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico); detto Piano persegue l'obiettivo di garantire un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici ed ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e la programmazione degli usi del suolo.

Successivamente, in attuazione della Direttiva Europea Alluvioni (2007/60/CE), è stato predisposto il "Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" (PGRA) che comprende mappe della Pericolosità e del Rischio, approvate nel dicembre 2015 e periodicamente aggiornate (ultimo aggiornamento 2020). Per il coordinamento dei suddetti piani è stata adottata (17 dicembre 2015) una variante alle NTA del PAI che prevede sinteticamente (art. 58):

Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP):

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (Probabilità H - pericolosità P3 - tempo ritorno 10-20 anni), si devono applicare le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A;
- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (Probabilità M - pericolosità P2 - tempo ritorno 100-200 anni), si devono applicare le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B;
- nelle aree interessate da alluvioni rare (Probabilità L - pericolosità P1 - tempo ritorno 500 anni), si devono applicare le disposizioni previste per la Fascia C.

Per quanto riguarda il Reticolo secondario di pianura e di fondovalle (RSP) la regolamentazione compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

La Regione Lombardia con d.g.r 6738 del 19/06/2017 ha disposto quanto segue:

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (Probabilità H - pericolosità P3 - tempo ritorno fino a 50 anni), si devono applicare gravi limitazioni all'utilizzo per scopi

- edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso (classe 4 di fattibilità geologica per il reticolo naturale e classe 3 di fattibilità geologica per il reticolo consortile);
- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (Probabilità M - pericolosità P2 - tempo ritorno 50-200 anni), si devono applicare consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso (classe 3 di fattibilità geologica sia per il reticolo naturale che per il reticolo consortile).

Il territorio comunale presenta aree comprese nella fascia "C"; inoltre il PGRA individua due aree riferite al RSP con scenario di probabilità M (poco frequente). Per definire le classi di fattibilità geologica si è tenuto conto di entrambi i Piani nonché della Variante alle NTA del PAI, sopra citata.

Sono state effettuate modifiche sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del P.A.I., come meglio dettagliate sulla tav.4 Carta PAI-PGRA.

Sono stati individuati due potenziali "centri di pericolo" ubicati in prossimità del capoluogo, identificati sulle tavole.

Il primo è rappresentato dal consistente cumulo di scorie di una ex fonderia che, essendo esposto agli agenti atmosferici, potrebbe disperdere eventuali sostanze inquinanti presenti per azione eolica, cedimenti gravitativi, dilavamento da parte delle acque meteoriche.

Il secondo è rappresentato da un allevamento di suini, le cui strutture di stoccaggio dei liquami sono poste in corrispondenza della scarpata morfologica. Qualsiasi sversamento, anche accidentale, potrebbe riversarsi nel fosso al piede della scarpata e raggiungere appena più a valle il Cavetto Fontanile, l'unico corso d'acqua costituente il Reticolo Minore di competenza comunale; inoltre la falda, molto superficiale al piede della scarpata, potrebbe essere rapidamente contaminata.

Sul territorio comunale sono autorizzati terreni per una superficie complessiva di circa 200 ettari al fine di spargimento di fanghi di depurazione per utilizzazione agronomica.

5. DESCRIZIONE DELLA CARTOGRAFIA PRODOTTA

Vengono di seguito sinteticamente descritte e commentate le carte tematiche realizzate. Quale base cartografica sono state usate la Carta Tecnica Regionale (1994) alla scala 1:10.000 e l'aerofotogrammetria comunale alla scala 1:5.000.

5.1 - Tav. 01 - Carta di inquadramento geologico-geomorfologico

Questa carta è stata realizzata sulla base di analisi delle ortofoto del Geoportale della Lombardia e di rilievi sul terreno. Su questa carta viene inoltre rappresentata la distribuzione delle unità pedologiche, desunte dalla "Base informativa Pedologica" della Regione Lombardia.

Gli elementi contenuti nella carta vengono di seguito brevemente descritti.

- DEPOSITI FLUVIALI RIFERIBILI ALL'"ALLUVIUM MEDIO E RECENTE" - Terreni costituenti il ripiano di fondovalle del F. Po, da sabbioso limosi a limo argillosi nella porzione superficiale, con permeabilità da bassa a molto bassa e drenaggio lento.
- DEPOSITI FLUVIALI RIFERIBILI AL "FLUVIALE WÜRM" - Terreni costituenti il "livello principale della pianura" (o "piano generale terrazzato"), da sabbioso limosi a sabbie rossicce nella porzione superficiale, sabbiosi in profondità, con permeabilità moderata e drenaggio buono.
- SCARPATA MORFOLOGICA PRINCIPALE - Rappresenta la brusca interruzione (pendenza > 40%) nella continuità del ripiano sul quale sorgono i centri abitati del capoluogo e di Bissone. Essa borda il ripiano generale terrazzato e rappresenta il margine del terrazzo Würmiano.
- SCARPATE MINORI - Linee che delimitano salti di quota tra diversi ripiani e che identificano zone di erosione riconducibili ad antichi passaggi di corsi d'acqua o interventi di sbancamento realizzati a fini agricoli o estrattivi.
- BORDI AVVALLAMENTI - Identificano blande interruzioni (pendenza < 25%) della continuità di ripiani terrazzati.
- ZONE DI PERTINENZA DELLA SCARPATA PRINCIPALE - Identifica le aree interessate da attività antropiche (sterri/riporti a fini agricoli, escavazione di sabbia,

sbancamenti per aprire strade, erosioni di corsi d'acqua, riporti materiali scarto) che ne hanno modificato localmente l'assetto originario.

- **DISPLUVIO DELLE ACQUE METEORICHE** - Ubicato sul ripiano alto e orientato circa est-ovest, rappresenta lo spartiacque a nord della quale i terreni presentano debolissima pendenza verso nord e nord est con deflusso delle acque piovane nel Colatore Nerone; i terreni a sud di questo spartiacque defluiscono verso sud e sud est.
- **LIMITE ESTERNO DELLA FASCIA "C" DEL PAI** - Come individuato dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico è stato riportato il tracciato desunto dal Geoportale di Regione Lombardia, modificato sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del P.A.I.
- **PERIMETRO AREA ESTRATTIVA DI AMBITI DEL PIANO CAVE PROVINCIALE** - Si tratta di ambiti estrattivi di sabbia e ghiaia inseriti nel Piano Cave Provinciale vigente.
- **SPECCHI D'ACQUA** - Si tratta di piccoli laghetti permanenti alimentati direttamente dalla falda o temporanei allagati artificialmente da corsi d'acqua. Ricadono all'interno di tenute agricole.
- **PRINCIPALI CUMULI E RIPORTI DI ORIGINE ANTROPICA** - Si tratta: 1) del promontorio costituito dal cumulo degli scarti della fonderia dismessa alla periferia sud del capoluogo che, a partire dall'orlo superiore della scarpata morfologica principale, si protende verso sud per alcune decine di metri; 2) dell'alto monte derivante dall'accumulo di terre e rocce da scavo e inerti nel cantiere di una ditta in prossimità della rotonda stradale a est del capoluogo; 3) del riporto effettuato in una parte consistente del laghetto a sud ovest della Cascina Agropadana, come si desume dalla successione delle fotografie satellitari e aeree di Google Earth, e del quale non si hanno informazioni.
- **PALEOALVEO DEL F. LAMBRO MERIDIONALE** - Si è voluto evidenziare l'antico tracciato del Lambro Meridionale, fiume che attualmente a circa 3 km a monte di Santa Cristina e Bissone devia verso nord est per immettersi nel F. Lambro nella zona di S. Angelo Lodigiano. Il paleoalveo è ora percorso dal Colatore Nerone. Si presume che la deviazione sia avvenuta in epoca protostorica, vale a dire alcune migliaia di anni fa, come conseguenza dell'innalzamento del Colle di S. Colombano al Lambro.
- **TRACCIA DI MEANDRO ABBANDONATO** - I simboli identificano i tracciati dei principali paleoalvei del F. Po, riconducibili ad antiche anse meandriche.

- ELEMENTI DI PARTICOLARE INTERESSE GEOMORFOLOGICO (G) E NATURALISTICO-AMBIENTALE (A) - sono state evidenziate le zone del territorio comunale che presentano caratteristiche ambientali degne di rilievo, per gli aspetti geomorfologico ed ecosistemico, per presenza di habitat palustri colonizzati da flora e fauna tipici delle zone umide. Si tratta principalmente: paleoalvei a sud del capoluogo e a est di Bissone, specchi d'acqua alla Cascina Visconta.

INQUADRAMENTO GEOPEDOLOGICO DESUNTO DALLA "BASE INFORMATIVA PEDOLOGICA " - Regione Lombardia.

SISTEMA V: valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili, dei corsi d'acqua dell'attuale reticolo idrografico.

SOTTOSISTEMA VI: Piane fluviali a dinamica prevalentemente deposizionale, in parte inondabili, costituite da sedimenti recenti o attuali.

UNITÀ DI PAESAGGIO VI2: superfici subpianeggianti costituite dai depositi di argine naturale distale, ubicate in posizione intermedia tra gli argini prossimali ("dossi fluviali") e i bacini interfluviali (depressioni o "valli"). Rappresentano le aree in cui le acque di esondazione delle piene fluviali depositano il carico di fondo più fine e quello sospeso più grossolano.

- UNITA' CARTOGRAFICA 55 (OLZ1): Tipo: Consociazione. E' caratterizzata da depressioni vallive poste alla quota media di 57 m s.l.m. e con pendenza media praticamente nulla. Tale unità cartografica presenta pietrosità superficiale scarsa o nulla. Il parent material è costituito da depositi alluvionali medi mentre il substrato è formato essenzialmente da limi. Il principale uso del suolo è rappresentato dai seminativi avvicendati (risaie, cereali tipo mais).

I suoli OLZ1 sono molto profondi, presentano permeabilità moderatamente bassa e drenaggio mediocre, tessitura media e scheletro assente. Sono suoli non calcarei a reazione neutra in superficie e subalcalina in profondità, con tasso di saturazione in basi basso in superficie e alto in profondità e con AWC molto alta.

Proprietà applicative: i suoli OLZ1, adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono molto adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono poco adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate a pH e CSC; hanno capacità protettiva elevata per le acque profonde e moderata per quelle superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, al runoff; possiedono un basso valore naturalistico.

- UNITA' CARTOGRAFICA 59 (POC1/VIC1): Tipo: Complesso. Le superfici dell'area sono caratterizzate da morfologia pianeggiante (fondo di paleoalveo) poste alla quota media di 54 m s.l.m. e con pendenza media praticamente nulla. Tale unità cartografica presenta pietrosità superficiale scarsa o nulla. Il parent material è costituito da depositi alluvionali medi mentre il substrato è formato essenzialmente da limi calcarei. Il principale uso del suolo è rappresentato dai pioppeti e dai seminativi avvicendati.

I suoli POC1 sono sottili o poco profondi limitati dalla falda, presentano permeabilità moderatamente elevata e drenaggio lento, tessitura grossolana in superficie e moderatamente fine in profondità, scheletro assente. Sono suoli non calcarei a reazione neutra (acida per gli orizzonti organici), con tasso di saturazione in basi medio in superficie e alto in profondità e con AWC da bassa a moderata.

Proprietà applicative: i suoli POC1, adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate alla presenza di acqua nel profilo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono non adatti allo spandimento di liquami zootecnici e allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla profondità della falda; hanno capacità protettiva bassa per le acque profonde e moderata per quelle superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, al runoff e alla permeabilità; possiedono un moderato valore naturalistico.

I suoli VIC1 sono invece poco profondi limitati dalla falda, presentano permeabilità moderatamente bassa e drenaggio lento, tessitura moderatamente fine e scheletro assente. Sono suoli non calcarei in superficie e calcarei in profondità, a reazione neutra in superficie ed alcalina in profondità, con tasso di saturazione in basi alto e con AWC moderata.

Proprietà applicative: i suoli VIC1, adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate alla presenza di acqua nel profilo e a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono poco adatti allo spandimento di liquami zootecnici e allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla profondità della falda; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, al runoff, alla permeabilità e alla profondità della falda; possiedono un moderato valore naturalistico.

SISTEMA L: Piana proglaciale würmiana ("Livello Fondamentale della Pianura"), esterna alle cerche costruite dalle morene frontali.

SOTTOSISTEMA LS: Settore distale della piana proglaciale, inciso da un reticolo idrografico permanente di tipo meandriforme. Presenta superfici stabili, costituite da

sedimenti di origine fluviale a granulometria medio-fine. Costituisce il tratto più meridionale della piana würmiana, detta anche bassa pianura sabbiosa.

UNITÀ DI PAESAGGIO LS1: Superfici stabili, a morfologia pianeggiante o leggermente ondulata. Costituiscono il piano di base (superficie modale) della bassa pianura sabbiosa e sono situate in posizione intermedia tra le superfici in rilievo (dossi) e le aree depresse (conche e paleoalvei). Comprendono anche le superfici pianeggianti, marginali e lievemente ribassate rispetto al piano di base, ubicate in posizione limitrofe ai principali solchi vallivi che si suppone siano state create da antiche divagazioni fluviali.

- UNITA' CARTOGRAFICA 439 (VAC1): Tipo: Consociazione. E' caratterizzata da superfici pianeggianti o debolmente ondulate del LFdP, poste a circa 80 m s.l.m. Pietrosità superficiale scarsa o nulla. Substrati costituiti da depositi fluviali e fluvioglaciali medi, non calcarei (sabbie e sabbie limose). Falda a circa 130 cm. Principale uso del suolo: seminativi avvicendati.

I suoli VAC1 sono da profondi a molto profondi su orizzonti idromorfi; falda, a tessitura media; drenaggio mediocre, permeabilità moderata; AWC alta; sono non calcarei, presentano reazione da subacida a neutra, tasso di saturazione in basi medio.

Proprietà applicative: i suoli VAC1, adatti all'agricoltura, presentano moderate limitazioni legate alla presenza di acqua nel profilo che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; sono molto adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono moderatamente adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate a pH e CSC; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e superficiali, con limitazioni legate all'idrologia e alla permeabilità; possiedono un basso valore naturalistico.

- UNITA' CARTOGRAFICA 447 (POB1): Tipo: Consociazione. Presenta superfici marginali del livello fondamentale, leggermente ribassate, poste a circa 70 m s.l.m. Pietrosità superficiale moderata. Substrati costituiti da depositi grossolani fluviali e fluvioglaciali, non calcarei (sabbie). Principale uso del suolo: seminativi avvicendati. I suoli POB1 sono molto profondi, a tessitura grossolana scheletro scarso; drenaggio moderatamente rapido, permeabilità moderatamente elevata; AWC alta, reazione da acida a neutra in superficie (30-40 cm) e da subacida a neutra in profondità, non calcarei, tasso di saturazione in basi basso in superficie e medio in profondità.

Proprietà applicative: i suoli POB1, adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono poco adatti allo

spandimento di liquami zootecnici e sono non adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla granulometria e a pH e CSC; hanno capacità protettiva bassa per le acque profonde e elevata per quelle superficiali, con limitazioni legate alla permeabilità e alla granulometria; possiedono un basso valore naturalistico.

- UNITA' CARTOGRAFICA 448 (GAL1): Tipo: Consociazione. E' caratterizzata da superfici del LFdP, leggermente ribassate e di transizione alle depressioni vallive, generalmente delimitate da scarpate erosive, poste a circa 70 m s.l.m. Pietrosità superficiale scarsa o nulla. Substrati costituiti da depositi fluviali medi, non calcarei (sabbie e limi sabbiosi). Principale uso del suolo: seminativi avvicendati.

I suoli GAL1 sono molto profondi, a tessitura media in superficie, grossolana in profondità; drenaggio buono, permeabilità moderata; AWC moderata; non calcarei, reazione da subacida a neutra nel primo metro e neutra a maggior profondità, tasso di saturazione in basi alto.

Proprietà applicative: i suoli GAL1, presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e sono quindi utilizzabili per tutte le colture; sono moderatamente adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono poco adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla granulometria e a pH e CSC; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e elevata per quelle superficiali, con limitazioni legate , alla permeabilità e alla granulometria; possiedono un basso valore naturalistico.

UNITÀ DI PAESAGGIO LS3: Aree morfologicamente depresse rispetto al piano di base, al quale sono raccordate a volte mediante lievi scarpate; comprendono: 1) depressioni chiuse di forma subcircolare a drenaggio mediocre o lento, con problemi di smaltimento esterno delle acque, talora con evidenze di fossi scolanti e baulature dei campi; 2) paleoalvei (talvolta sovradimensionati rispetto all'attività dei corsi d'acqua attuali). Individuano superfici situate a quota minore rispetto al piano di base.

- UNITA' CARTOGRAFICA 455 (ISI2): Tipo: Consociazione. E' caratterizzata da superfici pianeggianti, in alcuni casi debolmente ribassate, spesso allungate, del LFdP, poste a circa 80 m s.l.m. Pietrosità superficiale scarsa o nulla. Substrati costituiti da depositi fluviali e fluvioglaciali medi e moderatamente fini, generalmente calcarei (limi e limi sabbiosi). Falda a circa 100 cm. Principale uso del suolo: seminativi avvicendati.

I suoli ISI2 sono moderatamente profondi limitati da orizzonti fortemente idromorfi, a tessitura media; presentano drenaggio mediocre e permeabilità da moderatamente bassa a moderata; AWC molto alta; da calcarei a molto calcarei in

profondità, reazione da subacida a neutra in superficie e da subalcalina ad alcalina all'aumentare della profondità, tasso di saturazione in basi medio in superficie e alto in profondità.

Proprietà applicative: i suoli ISI2, adatti all'agricoltura, presentano moderate limitazioni legate alla presenza di acqua nel profilo che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; sono moderatamente adatti allo spandimento di liquami zootecnici e allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla profondità della falda e a pH e CSC; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, al runoff, alla permeabilità e alla profondità della falda; possiedono un basso valore naturalistico.

- UNITA' CARTOGRAFICA 458 (MMG1): Tipo: Consociazione. E' caratterizzata da valli fossili, sovradimensionate rispetto ai corsi d'acqua attuali, sul livello fondamentale della pianura, poste a circa 60 m s.l.m. Pietrosità superficiale scarsa o nulla. Substrati costituiti da (sabbie e sabbie limose). Principale uso del suolo: seminativi avvicendati.

I suoli MMG1 sono da moderatamente profondi a profondi limitati da orizzonti sabbiosi, a tessitura media in superficie, grossolana in profondità; drenaggio mediocre o lento, permeabilità moderata; AWC molto alta; sono generalmente non calcarei, con reazione da acida a subacida in superficie e neutra in profondità, tasso di saturazione in basi medio.

Proprietà applicative: i suoli MMG1, adatti all'agricoltura, presentano tuttavia severe limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono moderatamente adatti allo spandimento di liquami zootecnici e sono poco adatti allo spandimento di fanghi di depurazione, con limitazioni legate alla granulometria e a pH e CSC; hanno capacità protettiva moderata per le acque profonde e superficiali, con limitazioni legate all'idrologia, alla permeabilità e alla granulometria; possiedono un basso valore naturalistico.

5.2 - Tav. 02 - Carta idrogeologica

In questa carta vengono riportati gli elementi idrografici e idrogeologici del territorio comunale. Sono stati inoltre rappresentati gli elementi antropici più significativi.

- LINEE ISOPIEZOMETRICHE 2014 (PTUA) - Sono riportate le curve isopiezometriche (in quote assolute) delle falde profonda e superficiale desunte dal Piano di Tutela e Uso delle Acque elaborato da Regione Lombardia.
- SENSO DI DEFLUSSO GENERALE DELLA FALDA - Le frecce indicano il senso di scorrimento prevalente delle falde profonda e superficiale.
- SOGGIACENZA DELLA FALDA - Il territorio comunale è stato differenziato a seconda della soggiacenza media della falda: inferiore a 5 m, 5 - 10 m, superiore a 10 m.
- VULNERABILITA' ACQUIFERI (PTUA) – Il territorio comunale è suddiviso in due aree con diverso grado di vulnerabilità: le zone a bassa soggiacenza sono state classificate a vulnerabilità idrogeologica elevata; il restante territorio a vulnerabilità idrogeologica alta.
- POZZI ACQUEDOTTISTICI - E' stata indicata la posizione dell'unico pozzo rimasto (S. Cristina 2) alimentare l'acquedotto comunale, ubicato a est sud est del capoluogo.
- POZZO AGIP - E' indicato il sito in cui nel 1962 l'Agip realizzò un pozzo esplorativo profondo 1.175 m, di cui in allegato è riportata la stratigrafia dei primi 500 m.
- DISPLUVIO DELLE ACQUE METEORICHE - Ubicato sul ripiano alto e orientato circa est-ovest, rappresenta lo spartiacque a nord della quale i terreni presentano debolissima pendenza verso nord e nord est con deflusso delle acque piovane nel Cavo Nerone; i terreni a sud di questo spartiacque defluiscono verso sud e sud est.
- LIMITE ESTERNO DELLA FASCIA "C" DEL PAI - Come individuato dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico è stato riportato il tracciato desunto dal Geoportale di Regione Lombardia, modificato sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del P.A.I.,
- PRINCIPALI CORSI D'ACQUA - Sono riportati i tracciati dei più significativi corsi d'acqua.
- SPECCHI D'ACQUA - Si tratta di piccoli laghetti permanenti alimentati direttamente dalla falda o temporanei allagati artificialmente da corsi d'acqua. Ricadono all'interno di tenute agricole.

- **POTENZIALE CENTRO DI PERICOLO: CUMULO SCORIE DI FONDERIA DISMESSA** - Si tratta del promontorio costituito dal cumulo degli scarti della fonderia dismessa alla periferia sud del capoluogo, esposto agli agenti atmosferici.
- **POTENZIALE CENTRO DI PERICOLO: STOCCAGGIO DI REFLUI ZOOTECNICI** - Si tratta degli stoccaggi dei reflui di un allevamento suinicolo.

5.3 -Tav. 03 - Carta di pericolosità sismica

Questa carta individua le diverse situazioni presenti nel territorio comunale, in grado di determinare gli effetti sismici locali.

- **ZONA "Z4a"** - Questo scenario di pericolosità sismica riguarda tutto il territorio comunale e deriva dall'origine alluvionale dello stesso, suscettibile di amplificazioni sismiche litologiche, legate alla natura dei terreni.
- **"Z3a" CIGLI DELLE SCARPATE** - Sono stati evidenziati i tratti di scarpata con dislivello superiore a 10 m, che potrebbero dar luogo ad amplificazioni sismiche morfologiche, legate al profilo del terreno.
- Per strutture basse e rigide (intervallo di periodo tra 0.1-0.5 s) il fattore di amplificazione (F_a) non supera la soglia, quindi la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito; per strutture alte e flessibili (intervallo di periodo tra 0.5-1.5 s) è necessaria l'analisi sismica di 3° livello in fase di progettazione.
- **"Z3b " CRESTA APPUNTITA** - E' stata indicata una piccola cresta costituita da scarti di produzione della fonderia dismessa ubicata alla periferia sud del capoluogo, la cui morfologia potrebbe dar luogo ad amplificazioni sismiche locali. Per le edificazioni valgono le stesse indicazioni della zona Z3a.
- **ZONA "Z2a"** - Questo scenario di pericolosità sismica corrisponde a tratti di paleoalvei fluviali con terreni di fondazione particolarmente scadenti e potenzialmente cedevoli. Per gli eventuali interventi edificatori è necessaria l'analisi sismica di 3° livello in fase di progettazione.

- AREE IN CUI SONO STATE EFFETTUATE INDAGINI GEOFISICHE E LORO NUMERO IDENTIFICATIVO - Sono stati indicati e identificati da numeri i punti in cui sono state effettuate le rilevazioni geofisiche.
- APPROFONDIMENTO DI 2° LIVELLO (SCENARIO Z4a - SUOLO CATEGORIA C) - La campitura evidenzia le aree, edificate e di possibile espansione, nelle quali il fattore di amplificazione (Fa) calcolato risulta inferiore al valore soglia di riferimento e pertanto si può applicare lo spettro per i suoli di categoria C.

5.4 - Tav. 04 - Carta PAI, Piano Gestione dei Rischi di Alluvione

In questa carta sono riportati i limiti e le campiture della cartografia ufficiale dell'Autorità di Bacino del Po e della Regione Lombardia. Come meglio specificato più avanti, nel traslare tali grafiche sulle cartografie comunali di maggior dettaglio si sono riscontrate difformità rispetto alla reale situazione morfologica e topografica locale. Sono state quindi apportate le necessarie correzioni, sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del P.A.I., funzionali soprattutto ad una corretta gestione delle fasi emergenziali conseguenti eventi di piena.

- PERICOLOSITA' RP-P1/L - SCENARIO RARO - E' stato mappato il territorio interessato da alluvioni rare del fiume Po (Probabilità L - pericolosità P1 - tempo ritorno 500 anni), così come riportato sulla mappa di pericolosità del PGRA
In alcune zone, la più estesa di oltre 8 ha, per una superficie totale di circa 23 ha la campitura di questa zona non tiene conto dell'effettiva situazione morfologica e topografica e "sborda" al di sopra del ripiano alto, come se la piena potesse localmente salire di molti metri. Analogamente sono presenti zone basse, la più estesa di quasi 4 ha, per una superficie totale di circa 13 ha che risultano non campite.
- PERICOLOSITA' RSP-P2/M - SCENARIO MEDIO - E' stato mappato il territorio interessato da alluvioni poco frequenti del Colatore Olonetta e della Roggia Divisa Reale (Probabilità M - pericolosità P2 - tempo ritorno 50-200 anni), così come riportato sulla mappa di pericolosità del PGRA.
- LIMITE ESTERNO DELLA FASCIA "C" DEL PAI - Tale limite è stato riportato come individuato dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Esso dovrebbe coincidere con il bordo esterno della zona caratterizzata da "PERICOLOSITA' RP-P1/L -

SCENARIO RARO", ma non coincide e addirittura in alcuni tratti è distante fino ad oltre 170 m.

- DELIMITAZIONE ESTERNA DI PERICOLOSITA' RP-P1/L SCENARIO RARO individuata con criteri morfologici, corrispondente alla fascia C del PAI, modificata ai sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del P.A.I.
- PRINCIPALI CORSI D'ACQUA, come riportati sulla Tav. 2

5.5 - Tav. 05 - Carta dei vincoli e di sintesi

In questa carta vengono riportati gli elementi, già descritti nelle carte di base, necessari per la definizione delle classi di fattibilità (Tav. 06 - 07). Di seguito l'elenco.

- PERICOLOSITA' RP - P1/L (reticolo principale), scenario raro, come individuato dalle Carte della Pericolosità del "Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" (PGRA), in attuazione della Direttiva Europea Alluvioni, con adeguamento alla situazione morfologica.
- PERICOLOSITA' RSP - P2/M (reticolo secondario di pianura), scenario medio (poco frequente), come individuato dalle Carte della Pericolosità del "Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" (PGRA), in attuazione della Direttiva Europea Alluvioni.
- VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI, ALTA E ELEVATA, come individuata dal PTUA.
- AMBITI TERRITORIALI ESTRATTIVI, come individuati dal Piano Cave Provinciale.
- POZZI ACQUEDOTTISTICI, ubicati come da Tav. 2.
- FASCIA DI RISPETTO DEI POZZI ACQUEDOTTISTICI: con la campitura viene individuata l'area di tutela assoluta e la fascia di rispetto estesa per 200 m attorno ai pozzi (D. Lgs. 152/2006, art. 94).
- LIMITE ESTERNO DELLA FASCIA C, come individuato dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), modificata ai sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del P.A.I.

- FASCE DI RISPETTO dei corsi d'acqua, in metri, a partire dal ciglio superiore della scarpata lungo le rive e/o dal piede esterno degli argini
- POTENZIALI CENTRI DI PERICOLO: cumulo scorie di fonderia e stoccaggio di reflui zootecnici
- SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA Z4a - Z2a - Z3a, Z3b.

5.6 - Tav. 06 e tav. 07 - Carta di fattibilità geologica

Vengono ora prese in considerazione le zonazioni del territorio effettuate al fine di valutare la possibilità di realizzare interventi, soprattutto di tipo edificatorio.

La Tav. 06 ha come base l'aerofotogrammetria comunale ed è suddivisa in due fogli (06a, 06b).

Nella zonazione si è tenuto conto di molteplici fattori che intervengono a determinare la classe di fattibilità del territorio quali: il grado di stabilità dei terreni, la litologia, la morfologia, l'idrogeologia, l'uso del suolo, l'acclività, la dinamica evolutiva dei fenomeni in atto, l'assetto fisiografico.

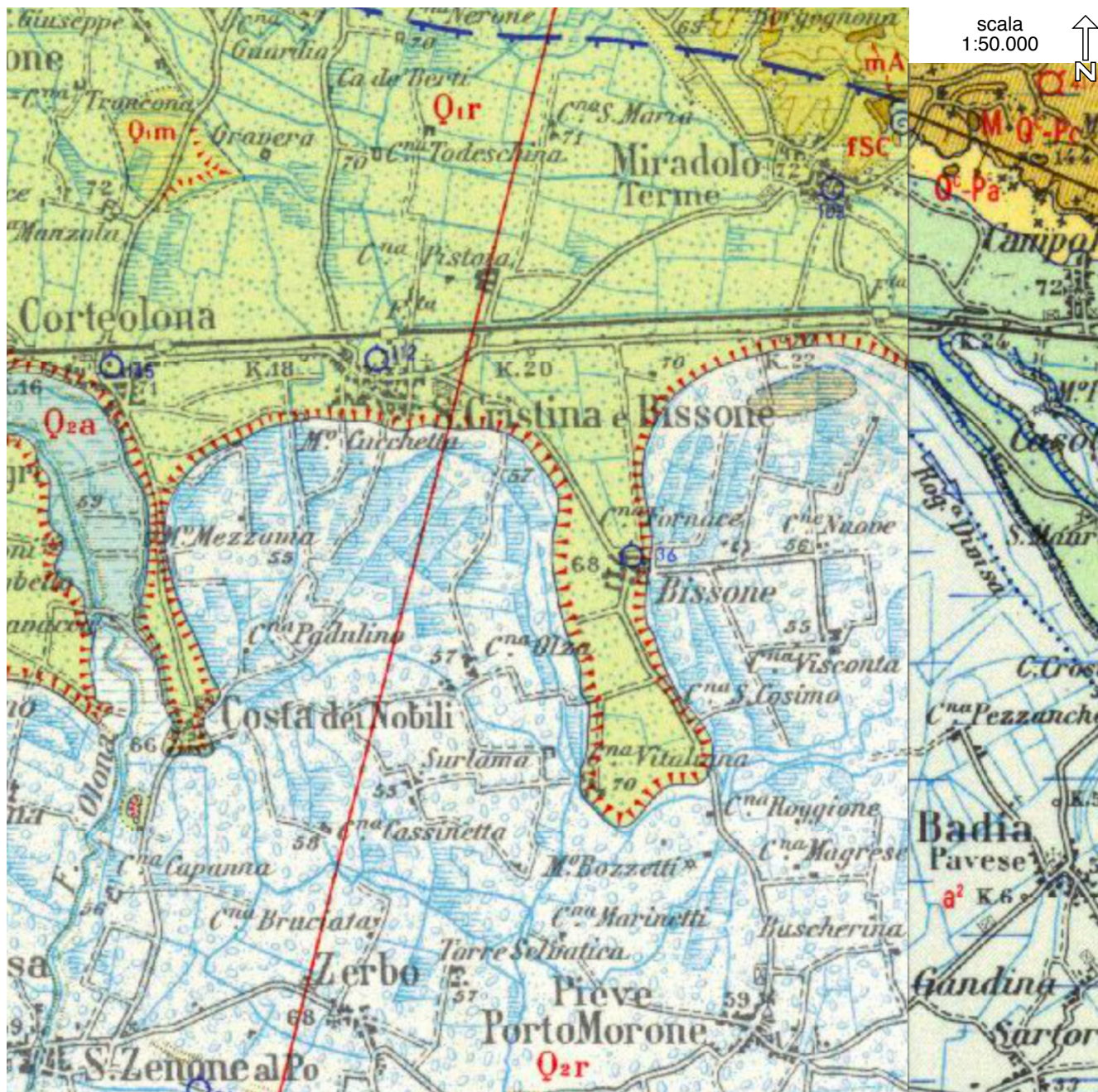
Le classi di fattibilità identificate per il comune di Santa Cristina e Bissone sono schematicamente di seguito elencate; le limitazioni e prescrizioni sono riportate integralmente nella legenda sulle Tavole e nel fascicolo "Norme Geologiche di Piano".

- CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI - Area di pianura.
- CLASSE 3a - Sono comprese in questa classe: aree di inondazione per piena catastrofica (fascia C) identificate come "scenario RP-P1/L raro"; "scenario RSP-P2/M poco frequente" secondo la Direttiva Alluvioni; scarpata morfologica principale con zone di pertinenza.
- CLASSE 3b - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI - Area corrispondente al paleoalveo del F. Lambro Meridionale, a bassa soggiacenza della falda e con possibile locale presenza di terreni a componente fine poco addensati.
- CLASSE 3c - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. Ambiti Territoriali Estrattivi individuati dal Piano Cave Provinciale.
- CLASSE 3d - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. Aree potenzialmente interessate da inquinamento di origine industriale o zootecnico.

- CLASSE 4a - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI - Aree corrispondenti ad alvei abbandonati del F. Po, localmente particolarmente ribassate rispetto alla piana circostante, con falda subaffiorante e terreni scadenti.
- CLASSE 4b - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI. Zone di affioramento della falda freatica, o di accumulo di acque a scopi venatori, e delle relative zone di influenza.

ALLEGATI

INQUADRAMENTO GEOLOGICO



scala
1:50.000



traccia di sezione



Alluvioni (*Alluvium recente* o *Alluvium s. l.*) sul fondo delle incisioni fluviali. Ghiaie, sabbie e limi. Torbe.

A nord del Po



Alluvioni dei terrazzi compresi fra la superficie dell'*Alluvium recente* e la superficie principale della pianura; per lo più si tratta di alluvioni deposte dopo una fase di erosione (*Alluvium antico* o *Diluvium tardivo*); localmente invece i terrazzi sono di pura erosione. Ghiaie e sabbie prevalenti.



Alluvioni della superficie principale della pianura: (*Diluvium recente*); talora ricoperte localmente da limi successivi, difficilmente distinguibili. Ghiaietto, sabbie e limo argilloso alterati nella parte superficiale; banchi di argilla. Dossi (d).

Litologia di superficie
delle formazioni quaternarie continentali



Ghiaie.



Sabbie.



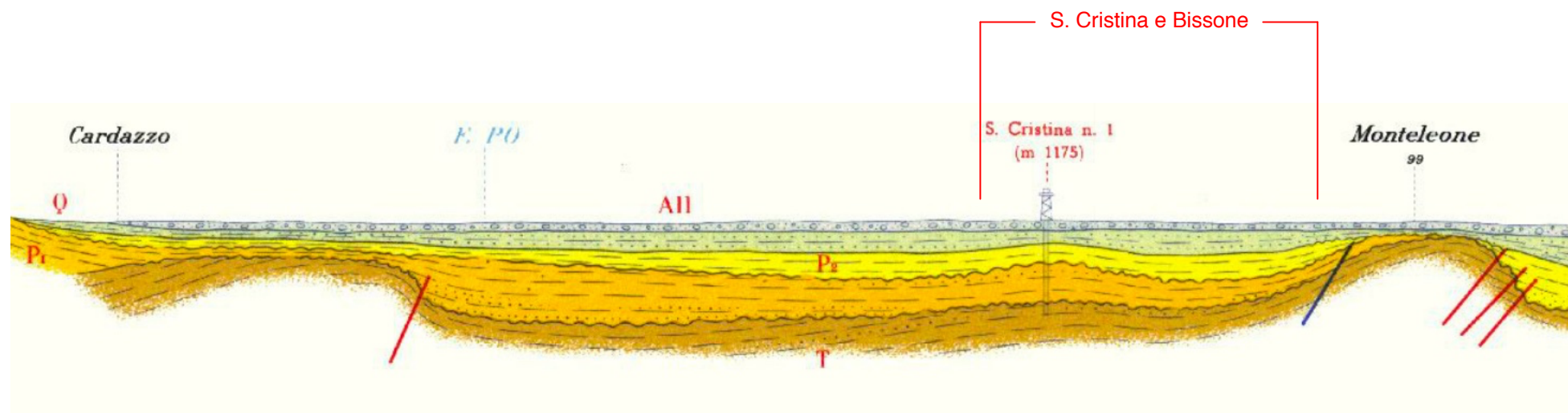
Argille.



Torbe.

SEZIONE GEOLOGICA

scala 1:70.000



Ciottoli e conglomerati.



Marne.



Conglomerati.



Argille e marne.



Sabbie.



Gessi.



Arenarie.



Calcarei.



Argille.

Litologia delle colonne stratigrafiche di superficie e dei pozzi AGIP.

All = Alluvione.

Ms = Miocene superiore.

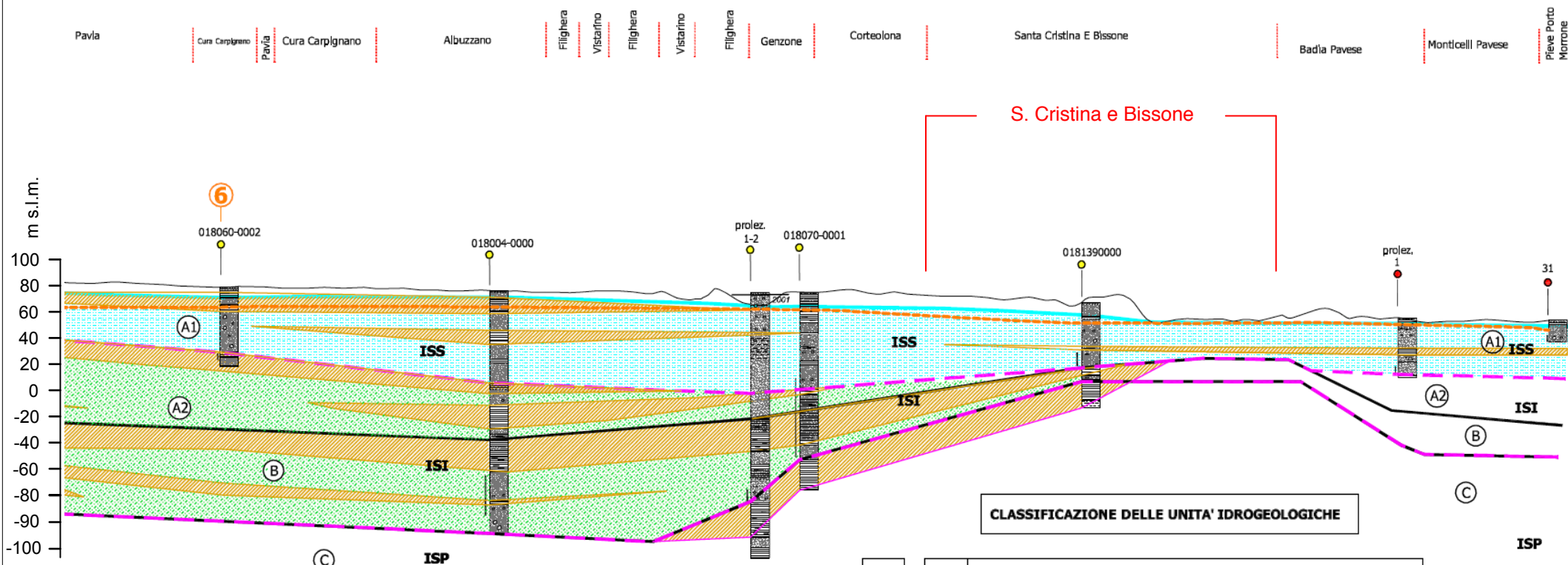
Q = Quaternario.

T = Tortoniano.

P₂ = Pliocene medio-sup..

E = Elveziano.

P₁ = Pliocene inferiore.



-  Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS)
-  Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI) e Profonda (ISP)
-  Orizzonti a bassa permeabilità (sabbie fini, limi e argille)
-  Limite gruppo acquifero
-  Limite di Idrostruttura
-  Limite dell'acquifero superficiale (da PTUA - 2006)

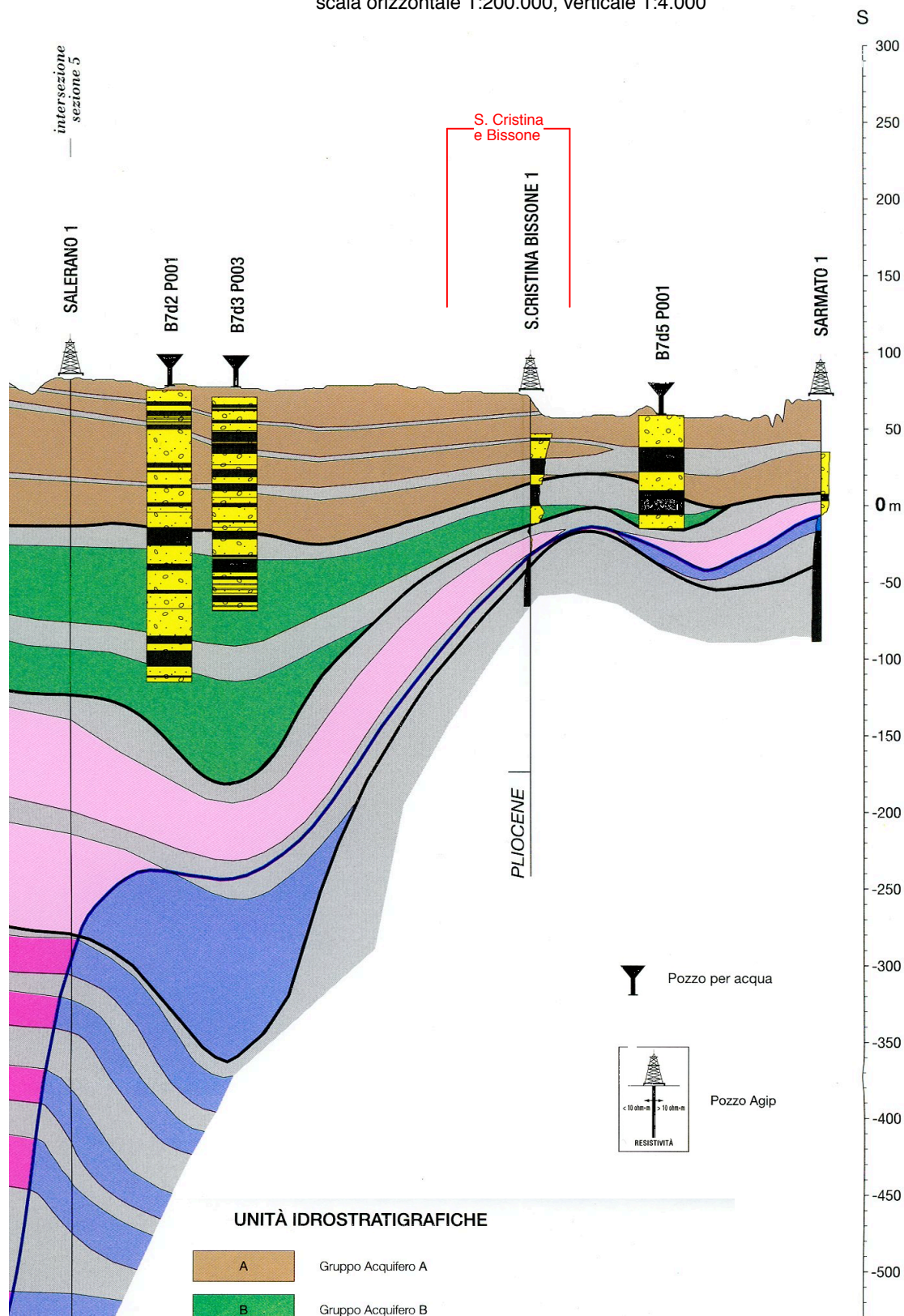
CLASSIFICAZIONE DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE

ACQUIFERO SUPERIORE	ALTA PAVIA	GRUPPO ACQUIFERO A Ghiale e ghiale grossolane a matrice sabbiosa grossolana con subordinati livelli sabbiosi da medi a grossolani; localmente presenti livelli decimetrici di argille e argille limose. Localmente si differenzia in una porzione superficiale idrogeologicamente in comunicazione diretta con la superficie (A1) da una più profonda semiconfinata o confinata (A2). <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided ad alta energia</i>
		GRUPPO ACQUIFERO B Sabbie medio grossolane, sabbie ciottolose e ghiale a matrice sabbiosa; con orizzonti cementati e livelli di sedimenti fini argilloso limosi. <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided</i>
		GRUPPO ACQUIFERO C Alternanza di sabbie da fini a medie e di argille limose verdi e argille palustri bruno-nerastre. <i>Ambiente di deposizione: continentale/transizionale deltizio</i>
SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO		SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO

Estratto sezione idrogeologica 7 - Ticino Adda (S7-TA)
(desunto da PTUA - Programma Tutela e Uso delle Acque -
Rapporto finale a cura di Eupolis Lombardia 2014)

SEZIONE IDROSTRATIGRAFICA

scala orizzontale 1:200.000, verticale 1:4.000



UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE

A	Gruppo Acquifero A
B	Gruppo Acquifero B
C	Gruppo Acquifero C
D	Gruppo Acquifero D
	Gruppo Acquifero saturo d'acqua salmastra/salata

	Limite di Gruppo Acquifero o di importante Unità Stratigrafica
	Limite tra Sistema Acquifero e Sistema Acquitardo
	Limite acqua dolce/salmastra
	Barriera di permeabilità regionale

PRINCIPALI LITOLOGIE

	Depositi porosi-permeabili
	Argille e limi
	Livello saturo d'acqua dolce
	Livello saturo d'acqua salmastra/salata

Estratto sezione Idrostratigrafica 2 desunta dallo studio promosso da Regione Lombardia ed ENI:
Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia - 2002

Pozzo: S. CRISTINA BISSONE 1 (1962)

Comune: S. CRISTINA e BISSONE
(PAVIA)

I.G.M. F° 59 II N.E.

Lat. 45° 09' 23"

Long. 3° 03' 36" Ovest da Monte Mario

Quota del piano campagna: + m 63

ELEMENTI DI VALUTAZIONE



Mancanti



Insufficienti



Incerti

LITOLOGIA



Ciottoli e ghiaia



Sabbia



Argilla



Macrofossili



Torba

FLUIDI IN STRATO



Acqua dolce



Acqua salmastra



Acqua salata

PERMEABILITÀ



Buona

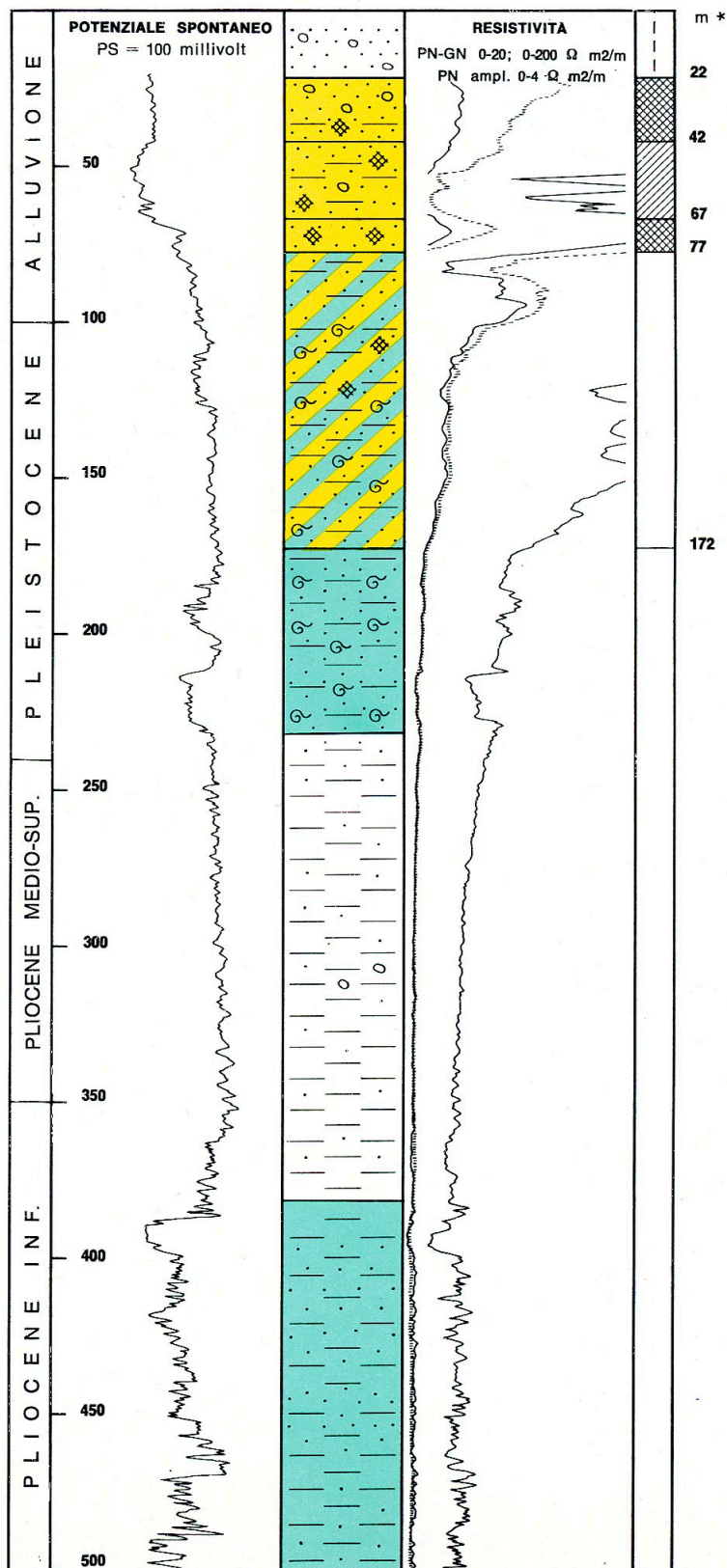


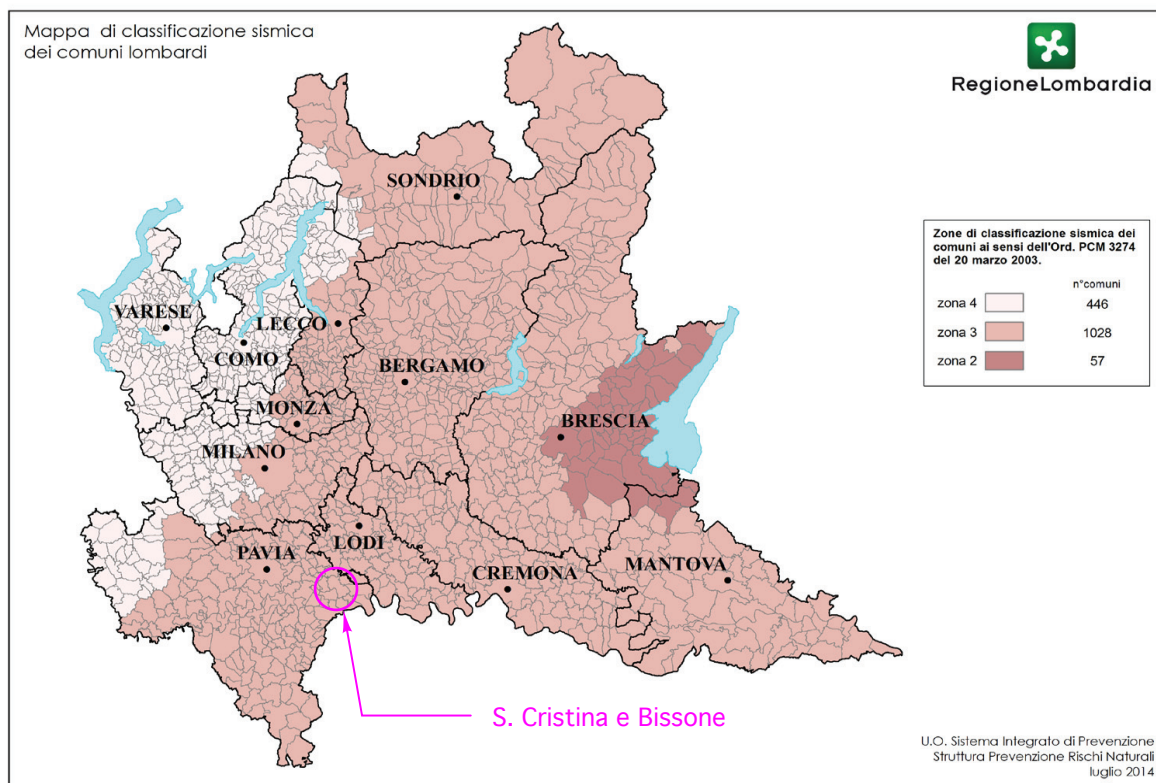
Discreta



Nulla

* Le profondità sono riferite al piano campagna





Zonazione sismica del territorio regionale della Lombardia (2014)

Comune di S. Cristina e Bissone

VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITA' SISMICA DELL'AREA

INDICE

VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITA' SISMICA DELL'AREA.....	2
Effetti litologici.....	2
 Stendimento PS_01 – “Centro sportivo comunale”	3
 Stendimento PS_02 – “Cimitero comunale di S. Cristina”	7
 Stendimento PS_03 – “Depuratore comunale”	11
 Stendimento PS_04 – “Scuola Materna – Asilo Nido.....	15
 Stendimento PS_05 – “Ex asilo Bissone”	19

VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITA' SISMICA DELL'AREA

Effetti litologici

Vengono di seguito calcolati i valori di F_a dal punto di vista degli effetti litologici, mediante l'utilizzo di apposite schede messe a disposizione dalla Regione Lombardia. Il valore di F_a (fattore di amplificazione) ottenuto viene confrontato con i limiti di riferimento indicati dalla Regione Lombardia.

Le tabelle sottostanti riportano i valori di F_a relativi, nel primo caso a strutture basse (max 4 piani), nel secondo caso a strutture alte e flessibili (5 o più piani) per ogni tipo di suolo individuato dalla Regione Lombardia per il comune di S. Cristina e Bissone.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
	Classificazione sismica del sito da D.G.R. X/2129 dell'11 luglio 2014	Valori di soglia			
COMUNE		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
S. Cristina e Bissone (PV)	3	1,4	1,8	2,2	2,0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s					
	Classificazione sismica del sito da D.G.R. X/2129 dell'11 luglio 2014	Valori di soglia			
COMUNE		Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
S. Cristina e Bissone (PV)	3	1,7	2,4	4,2	3,1

Per ottenere il suddetto F_a è necessario ricavare il valore di $V_{seq}=V_{s30}$ (onde sismiche di taglio o trasversali) utilizzando le velocità V_s degli strati intercettati.

Sulla base di dati bibliografici, si individua la litologia prevalente del sito e da questa si sceglie la relativa scheda di riferimento riportata nella D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011. Nello specifico la normativa regionale riporta 6 tipi di schede litologiche:

- scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- scheda per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2)
- scheda per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2)
- scheda per le litologie sabbiose (da utilizzarsi in zone di pianura).

Si riportano, nell'apposito diagramma, i valori delle Vs relative ad ogni strato. Tale sovrapposizione permette di verificare se si rientra o meno nel campo di validità della scheda di riferimento.

- Stendimento PS_01 – “Centro sportivo comunale”

Nel caso specifico il grafico ottenuto dalle velocità delle Vs e dalle rispettive profondità evidenzia come i dati rientrino nella scheda di riferimento per litologie sabbiose.

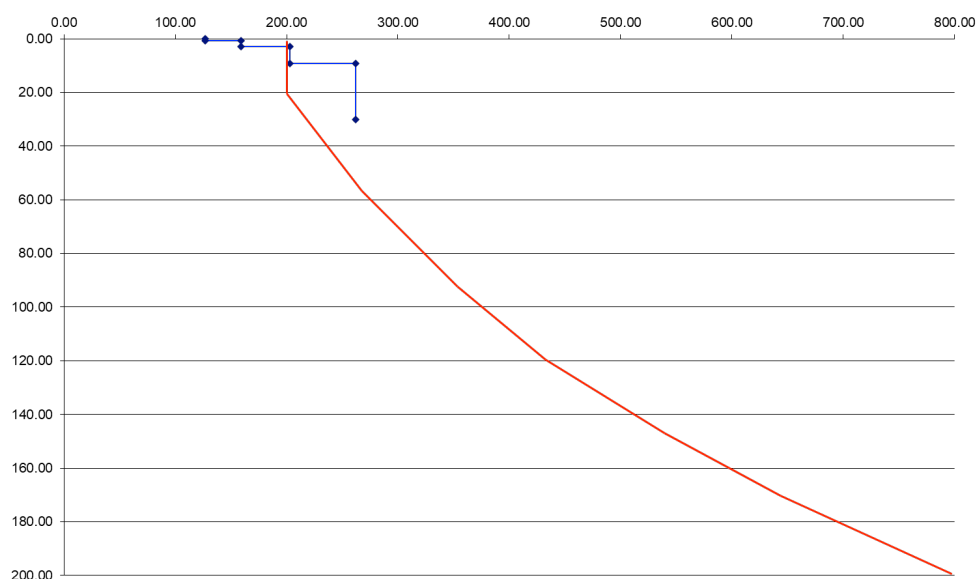


Fig. 1.1 - Grafico relativo alla litologia sabbiosa a cui sono stati sovrapposti i valori parziali di ogni intervallo di terreno in base alle Vs.

Come è possibile osservare l'andamento delle Vs è posizionato al di "sopra" della linea rossa che divide il campo di validità dal campo di non validità.

Per utilizzare correttamente l'abaco di fig.1.2, il quale consente l'individuazione della corretta curva da utilizzare per l'individuazione dell'Fa, come vincolo viene posto che il primo strato debba avere almeno 4 m di spessore con velocità di almeno 200 m/s. Qualora lo strato superficiale abbia una profondità inferiore ai 4 m si utilizzerà, per la scelta della curva, lo *strato superficiale equivalente*, a cui si assegna una velocità Vs calcolata come media pesata del valore di Vs degli strati superficiali la cui somma supera i 4 m di spessore. Successivamente, ottenuta la velocità del primo strato ed il relativo spessore, si riportano questi valori all'interno dell'abaco (fig. 1.2) al fine di ricavare il colore della curva da utilizzare (fig.1.3-1.4) per ottenere il valore di Fa. Tale parametro (Fa) verrà confrontato con quello riportato in bibliografia in funzione della struttura da realizzare: intervallo 0,1-0,5 s - riferito a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide e intervallo 0,5-1,5 s - riferito a strutture più alte e flessibili.

Nel nostro caso, la media pesata delle velocità entro i primi 9,2 metri di profondità da p.c. risulta di 186 m/sec, assimilabile a 200 m/sec, in quanto la normativa indica che il valore di Vs dello strato superficiale riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (D.G.R. IX/2616).

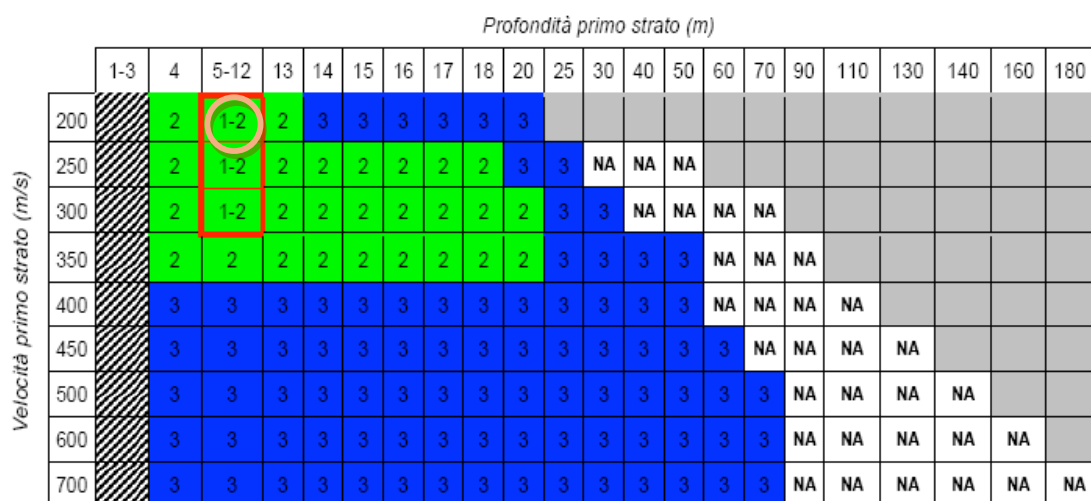


Figura 1.2 - Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di Fa, grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità.

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 2 (cerchio arancio del grafico), che corrisponde alla curva verde di fig. 1.3 e 1.4.

Con i valori sopra ottenuti si calcola il periodo "T" relativo al sito. Nel caso la velocità verificata dall'indagine non raggiungesse gli 800 m/s, occorre incrementare, la velocità e la profondità delle onde, utilizzando un passo adeguato, fino all'intercettazione degli 800 m/s.

Per la determinazione del periodo si utilizza la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_{s_i} = Velocità dell'onda di taglio i-esima

Stendimento sismico	Valore del periodo T calcolato
PS_01	0,79s

Tabella 1 - Recante il valore del periodo T calcolato.

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di F_a utilizzando gli abachi di riferimento di fig. 1.3 e fig. 1.4 per la litologia sabbiosa e riferiti rispettivamente a strutture basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e più flessibili.

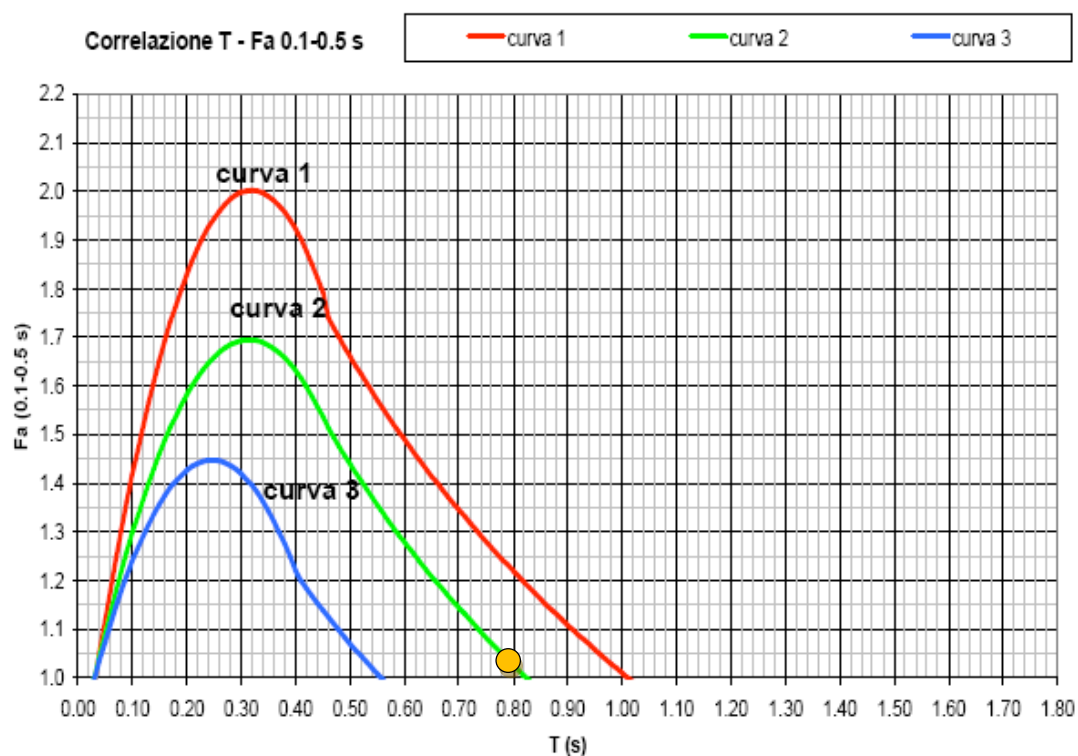


Fig. 1.3 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture basse).

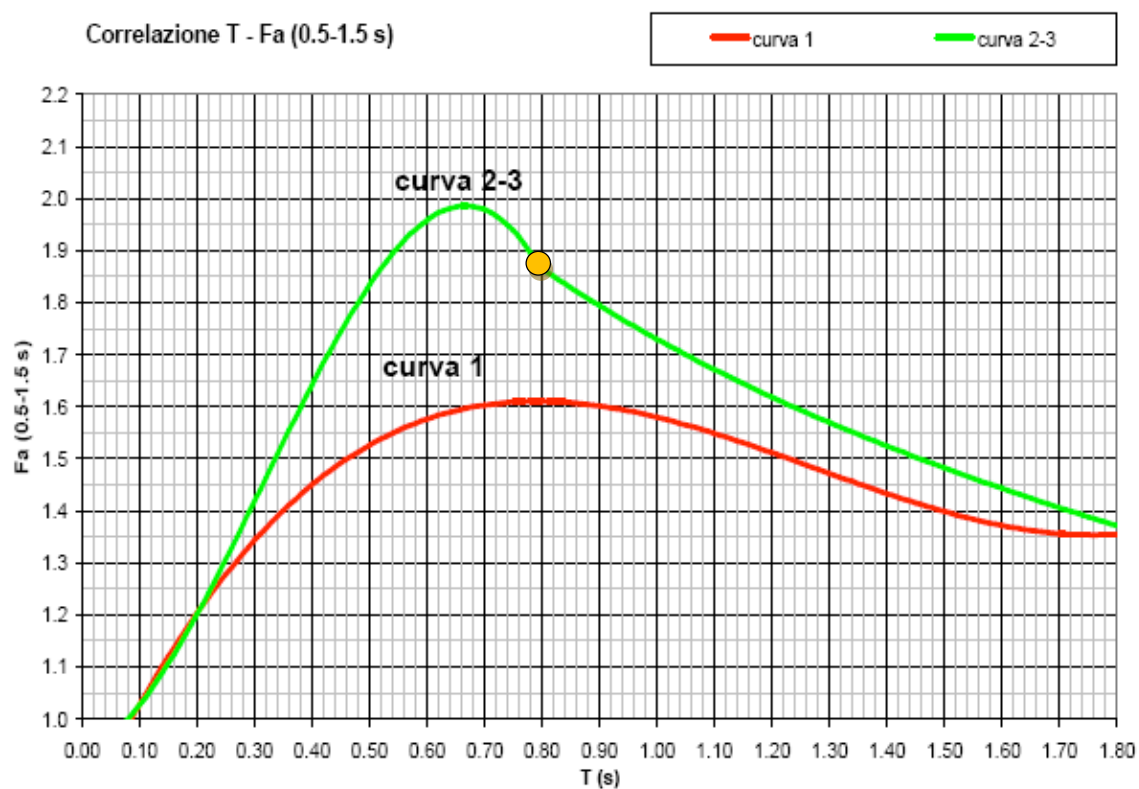


Fig. 1.4 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture alte).

La procedura prevede di valutare F_a con le schede di valutazione sopra riportate e di confrontarlo con il corrispettivo valore di soglia, considerando una variabilità di $\pm 0,1$, che tiene conto la variabilità del valore di F_a ottenuto.

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo ($T=0,79s$), identifichi sulla curva verde un valore (approssimato alla prima cifra decimale) di **Fa pari 1,0 per strutture basse e rigide (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 1,8) e Fa pari a 1,9 per strutture alte e flessibili (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 2,4).**

Ne deriva che sia nel caso di edifici e strutture basse e rigidi (T compreso tra 0.1-0.5s) che di edifici e strutture alte e flessibili (T compreso tra 0.5-1.5s) il valore di F_a calcolato è inferiore a quello di soglia, pertanto, in accordo con la vigente normativa (D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011), **lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo C risulta sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.**

- Stendimento PS_02 – “Cimitero comunale di S. Cristina”

Nel caso specifico il grafico ottenuto dalle velocità delle V_s e dalle rispettive profondità evidenzia come i dati rientrino nella scheda di riferimento per litologie sabbiose.

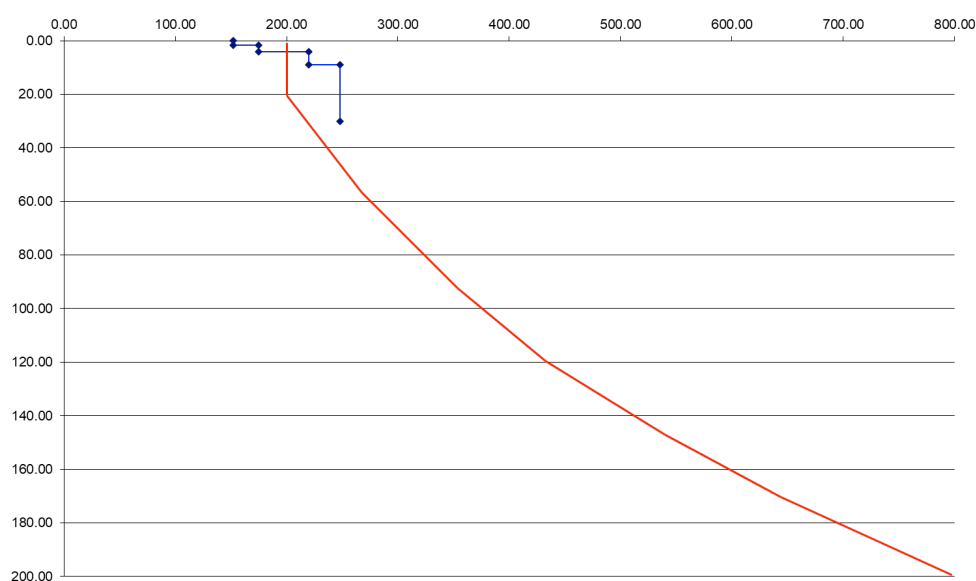


Fig. 2.1 - Grafico relativo alla litologia sabbiosa a cui sono stati sovrapposti i valori parziali di ogni intervallo di terreno in base alle V_s .

Come è possibile osservare l'andamento delle Vs è posizionato al di "sopra" della linea rossa che divide il campo di validità dal campo di non validità.

In questo caso, la media pesata delle velocità entro i primi 4,0 metri di profondità da p.c. risulta di 166 m/sec, assimilabile a 200 m/sec, in quanto la normativa indica che il valore di Vs dello strato superficiale riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (D.G.R. IX/2616).

Profondità primo strato (m)

	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2	3	3	3	3	3	3												
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA					
400		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
450		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
500		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA		
600		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	
700		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Velocità primo strato (m/s)

Figura 2.2 - Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di Fa, grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità.

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 2 (cerchio arancio del grafico), che corrisponde alla curva verde di fig. 2.3 e 2.4.

Con i valori sopra ottenuti si calcola il periodo "T" relativo al sito. Nel caso la velocità verificata dall'indagine non raggiungesse gli 800 m/s, occorre incrementare, la velocità e la profondità delle onde, utilizzando un passo adeguato, fino all'intercettazione degli 800 m/s.

Per la determinazione del periodo si utilizza la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{si} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_{si} = Velocità dell'onda di taglio i-esima

Stendimento sismico	Valore del periodo T calcolato
PS_02	0,78s

Tabella 2 - Recante il valore del periodo T calcolato.

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di F_a utilizzando gli abachi di riferimento di fig. 2.3 e fig. 2.4 per la litologia sabbiosa e riferiti rispettivamente a strutture basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e più flessibili.

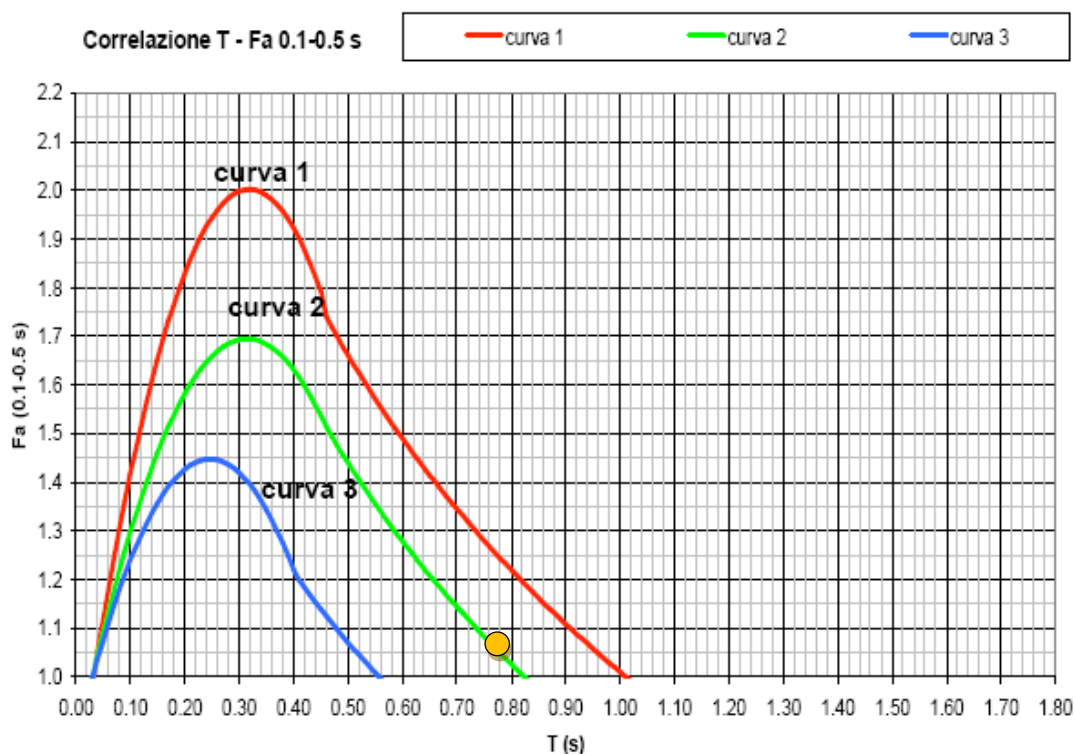


Fig. 2.3 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare F_a sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture basse).

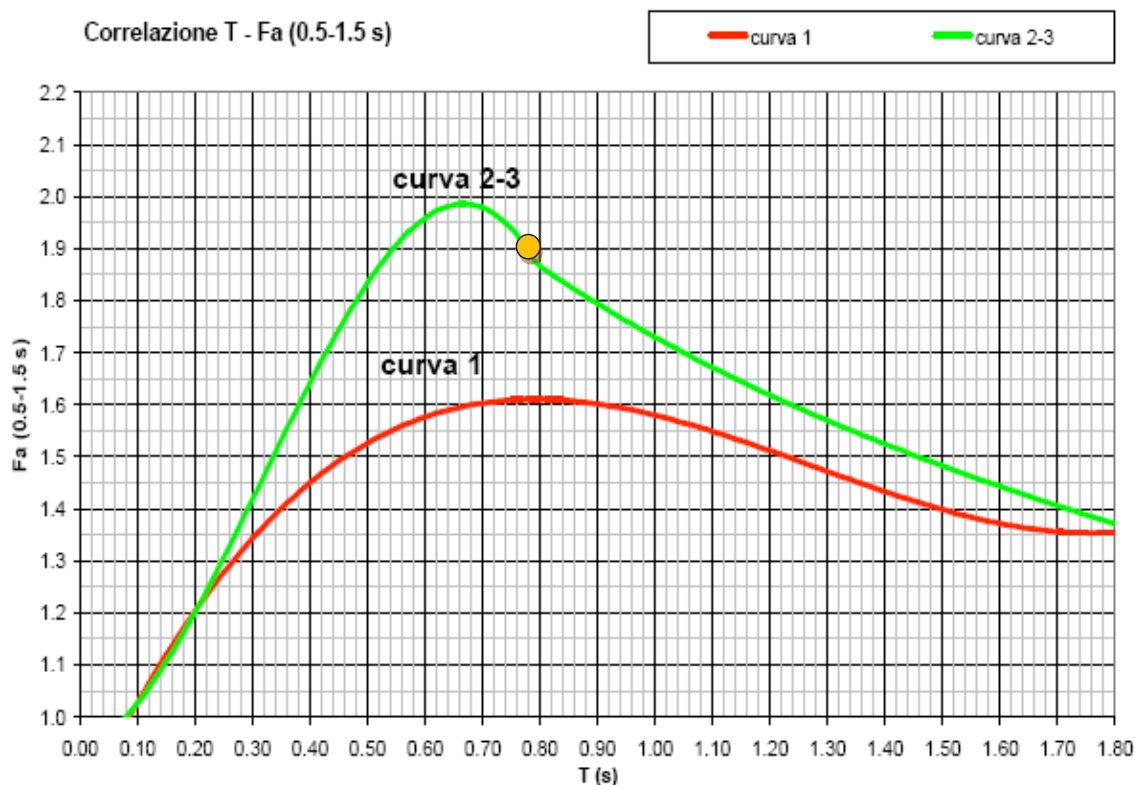


Fig. 2.4 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture alte).

La procedura prevede di valutare Fa con le schede di valutazione sopra riportate e di confrontarlo con il corrispettivo valore di soglia, considerando una variabilità di $\pm 0,1$, che tiene conto la variabilità del valore di Fa ottenuto.

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo ($T=0,78s$), identifichi sulla curva verde un valore (approssimato alla prima cifra decimale) di **Fa pari 1,1 per strutture basse e rigide (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 1,8) e Fa pari a 1,9 per strutture alte e flessibili (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 2,4).**

Ne deriva che sia nel caso di edifici e strutture basse e rigidi (T compreso tra 0.1-0.5s) che di edifici e strutture alte e flessibili (T compreso tra 0.5-1.5s) il valore di Fa calcolato è inferiore a quello di soglia, pertanto, in accordo con la vigente normativa (D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011), **lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo C risulta sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.**

- Stendimento PS_03 – “Depuratore comunale”

Nel caso specifico il grafico ottenuto dalle velocità delle Vs e dalle rispettive profondità evidenzia come i dati rientrino nella scheda di riferimento per litologie sabbiose.

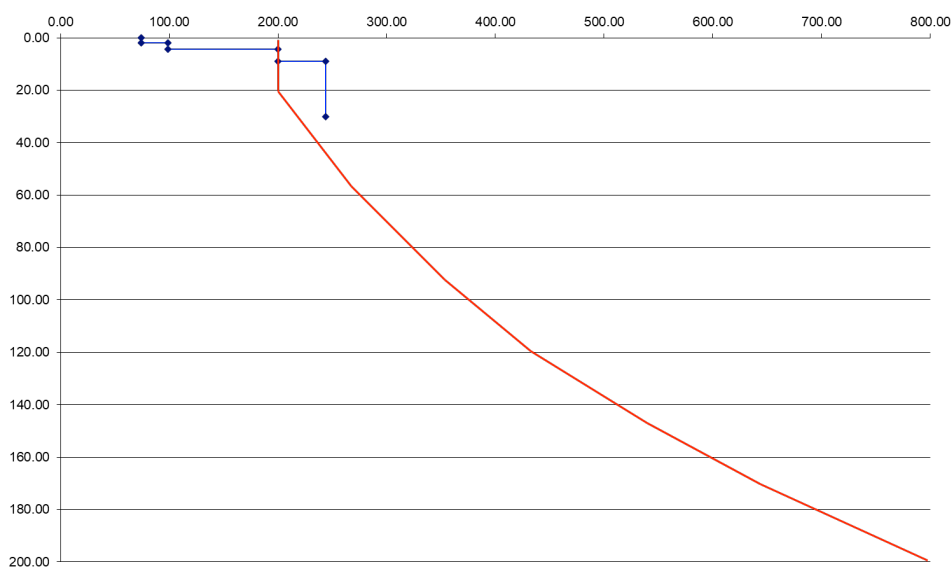


Fig. 3.1 - Grafico relativo alla litologia sabbiosa a cui sono stati sovrapposti i valori parziali di ogni intervallo di terreno in base alle Vs.

Come è possibile osservare l'andamento delle Vs è posizionato al di “sopra” della linea rossa che divide il campo di validità dal campo di non validità.

In tal caso, la media pesata delle velocità entro i primi 9,5 metri di profondità da p.c. risulta di 152 m/sec, assimilabile a 200 m/sec, in quanto la normativa indica che il valore di Vs dello strato superficiale riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (D.G.R. IX/2616).

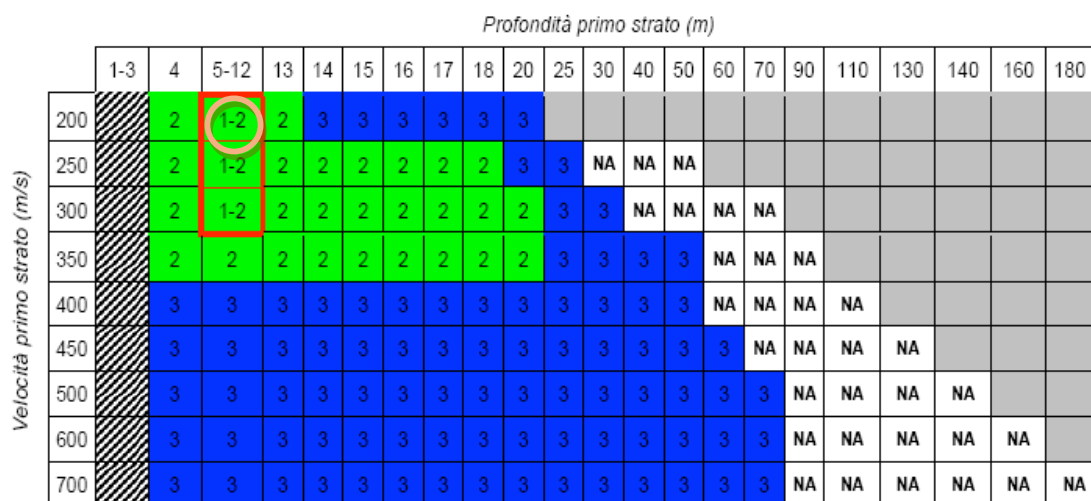


Figura 3.2 - Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di F_a , grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità.

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 2 (cerchio arancio del grafico), che corrisponde alla curva verde di fig. 3.3 e 3.4.

Con i valori sopra ottenuti si calcola il periodo "T" relativo al sito. Nel caso la velocità verificata dall'indagine non raggiungesse gli 800 m/s, occorre incrementare, la velocità e la profondità delle onde, utilizzando un passo adeguato, fino all'intercettazione degli 800 m/s.

Per la determinazione del periodo si utilizza la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

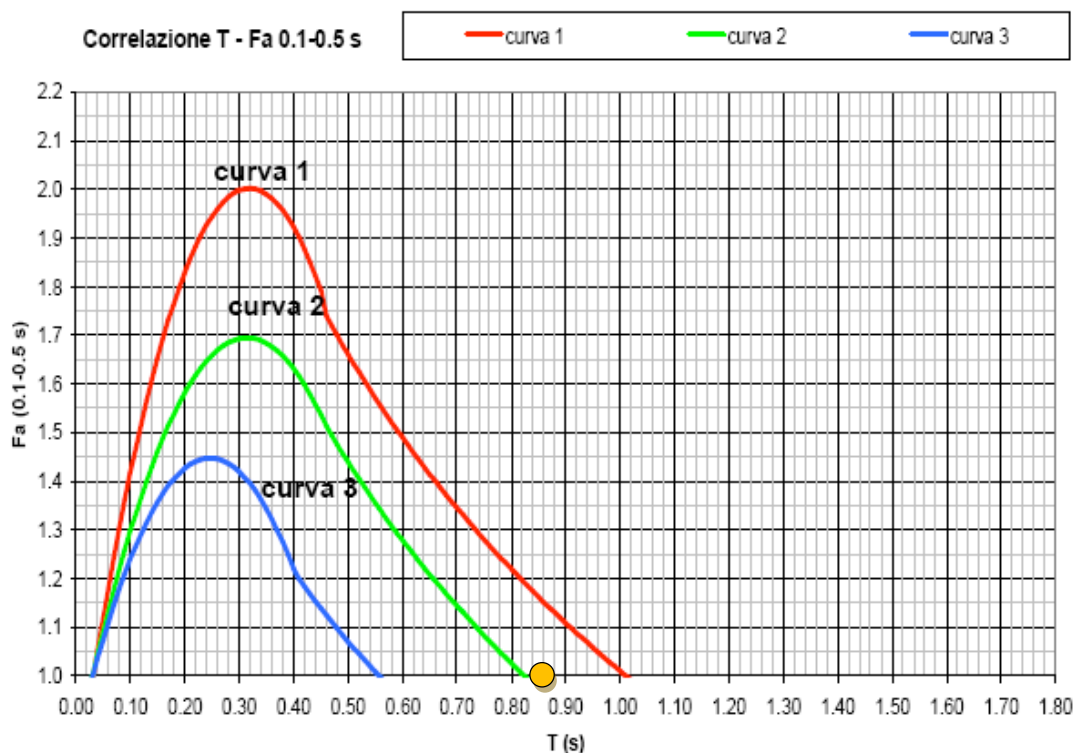
h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_{s_i} = Velocità dell'onda di taglio i-esima

Stendimento sismico	Valore del periodo T calcolato
PS_03	0,86s

Tabella 3 - Recante il valore del periodo T calcolato.

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di F_a utilizzando gli abachi di riferimento di fig. 3.3 e fig. 3.4 per la litologia sabbiosa e riferiti rispettivamente a strutture basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e più flessibili.

**Fig. 3.3** – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare F_a sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture basse).

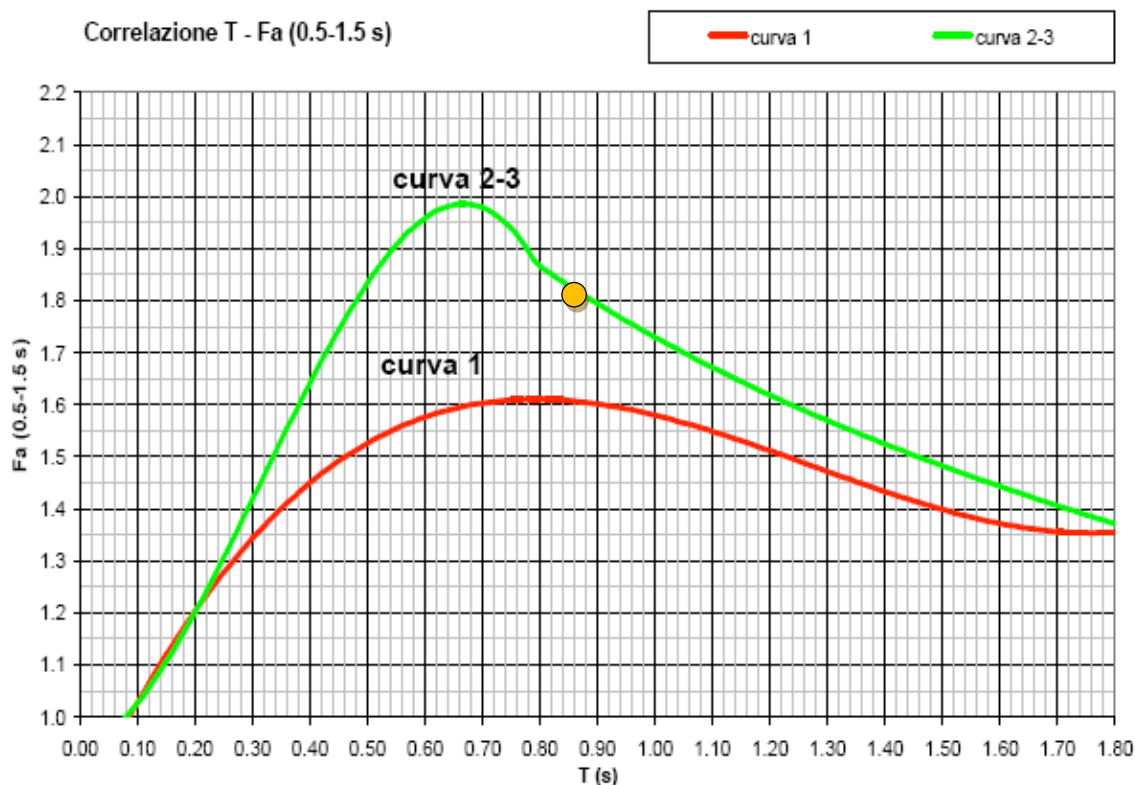


Fig. 3.4 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture alte).

La procedura prevede di valutare Fa con le schede di valutazione sopra riportate e di confrontarlo con il corrispettivo valore di soglia, considerando una variabilità di $\pm 0,1$, che tiene conto la variabilità del valore di Fa ottenuto.

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo ($T=0,86s$), identifichi sulla curva verde un valore (approssimato alla prima cifra decimale) di **Fa pari 1,0 per strutture basse e rigide (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 1,8) e Fa pari a 1,8 per strutture alte e flessibili (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 2,4).**

Ne deriva che sia nel caso di edifici e strutture basse e rigidi (T compreso tra 0.1-0.5s) che di edifici e strutture alte e flessibili (T compreso tra 0.5-1.5s) il valore di Fa calcolato è inferiore a quello di soglia, pertanto, in accordo con la vigente normativa (D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011), **lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo C risulta sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.**

- Stendimento PS_04 – “Scuola Materna – Asilo Nido

Nel caso specifico il grafico ottenuto dalle velocità delle Vs e dalle rispettive profondità evidenzia come i dati rientrino nella scheda di riferimento per litologie sabbiose.

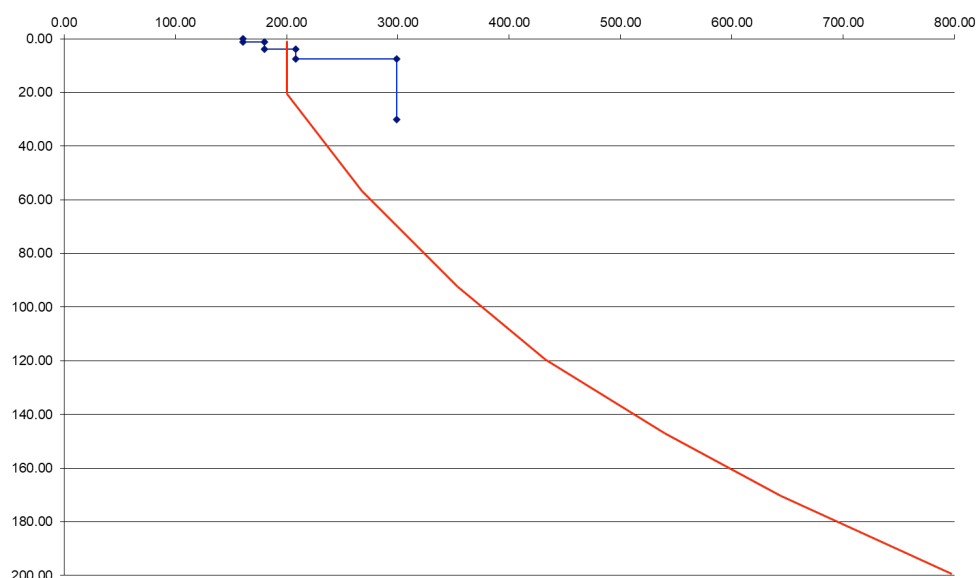


Fig. 4.1 - Grafico relativo alla litologia sabbiosa a cui sono stati sovrapposti i valori parziali di ogni intervallo di terreno in base alle Vs.

Come è possibile osservare l'andamento delle Vs è posizionato al di "sopra" della linea rossa che divide il campo di validità dal campo di non validità.

In questo caso, la media pesata delle velocità entro i primi 4,0 metri di profondità da p.c. risulta di 175 m/sec, assimilabile a 200 m/sec, in quanto la normativa indica che il valore di Vs dello strato superficiale riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (D.G.R. IX/2616).

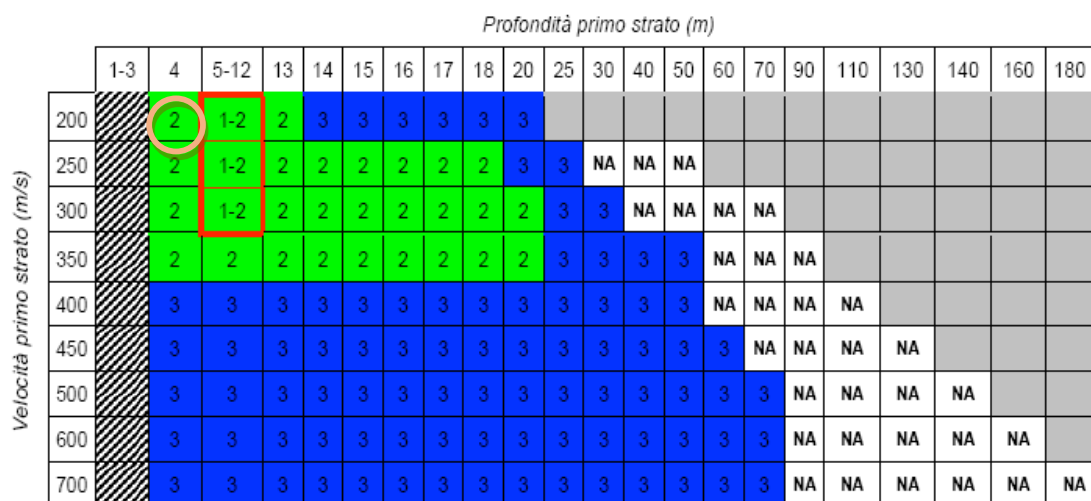


Figura 4.2 - Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di F_a , grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità.

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 2 (cerchio arancio del grafico), che corrisponde alla curva verde di fig. 4.3 e 4.4.

Con i valori sopra ottenuti si calcola il periodo "T" relativo al sito. Nel caso la velocità verificata dall'indagine non raggiungesse gli 800 m/s, occorre incrementare, la velocità e la profondità delle onde, utilizzando un passo adeguato, fino all'intercettazione degli 800 m/s.

Per la determinazione del periodo si utilizza la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

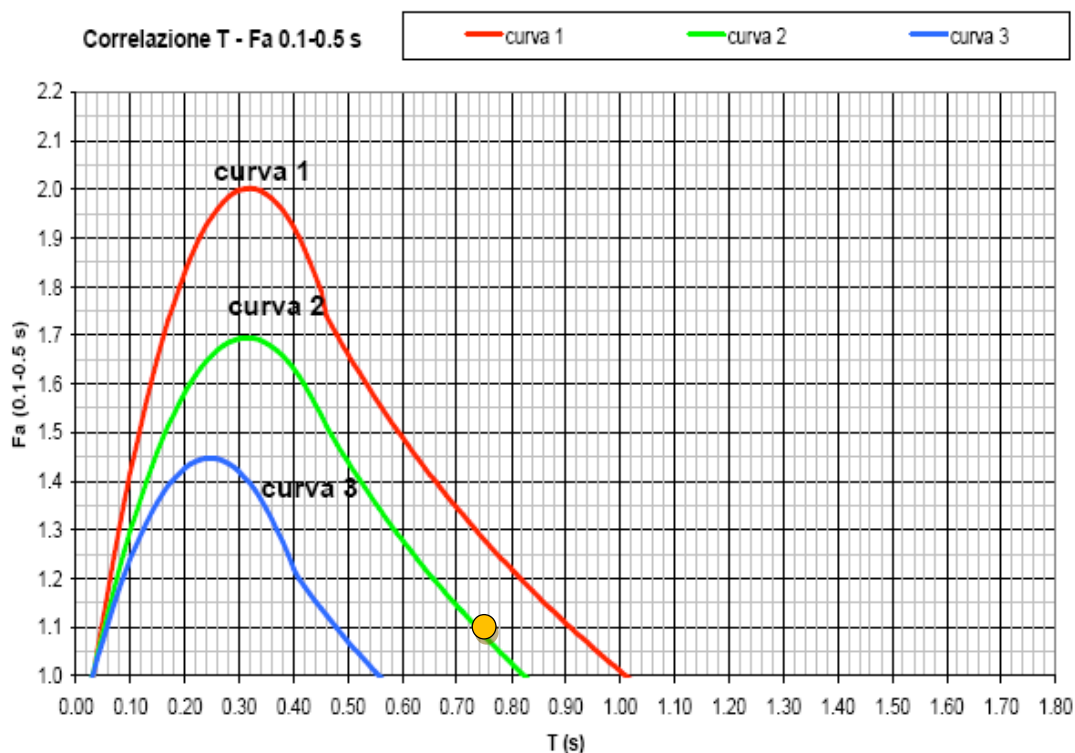
h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_{s_i} = Velocità dell'onda di taglio i-esima

Stendimento sismico	Valore del periodo T calcolato
PS_04	0,76s

Tabella 4 - Recante il valore del periodo T calcolato.

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di F_a utilizzando gli abachi di riferimento di fig. 4.3 e fig. 4.4 per la litologia sabbiosa e riferiti rispettivamente a strutture basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e più flessibili.

**Fig. 4.3** – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare F_a sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture basse).

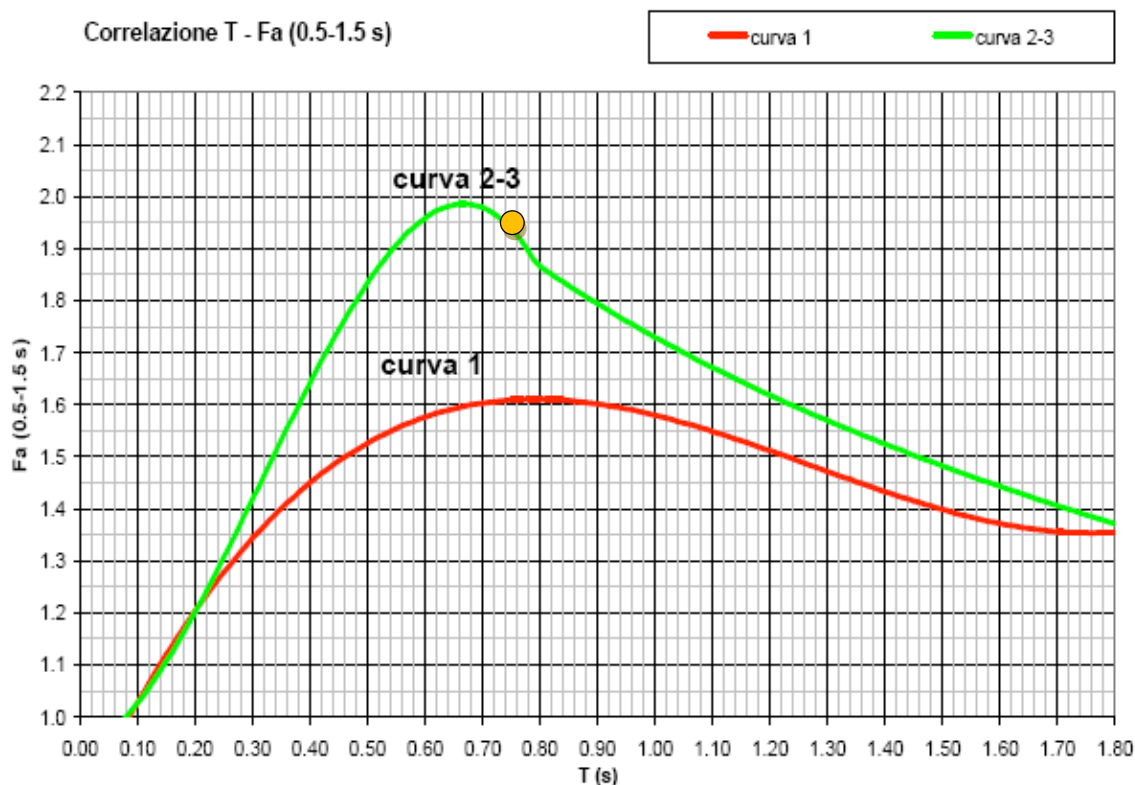


Fig. 4.4 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture alte).

La procedura prevede di valutare Fa con le schede di valutazione sopra riportate e di confrontarlo con il corrispettivo valore di soglia, considerando una variabilità di $\pm 0,1$, che tiene conto la variabilità del valore di Fa ottenuto.

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo ($T=0,76s$), identifichi sulla curva verde un valore (approssimato alla prima cifra decimale) di **Fa pari 1,1 per strutture basse e rigide (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 1,8) e Fa pari a 1,9 per strutture alte e flessibili (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 2,4).**

Ne deriva che sia nel caso di edifici e strutture basse e rigidi (T compreso tra 0.1-0.5s) che di edifici e strutture alte e flessibili (T compreso tra 0.5-1.5s) il valore di Fa calcolato è inferiore a quello di soglia, pertanto, in accordo con la vigente normativa (D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011), **lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo C risulta sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.**

- Stendimento PS_05 – “Ex asilo Bissone”

Nel caso specifico il grafico ottenuto dalle velocità delle Vs e dalle rispettive profondità evidenzia come i dati rientrino nella scheda di riferimento per litologie sabbiose.

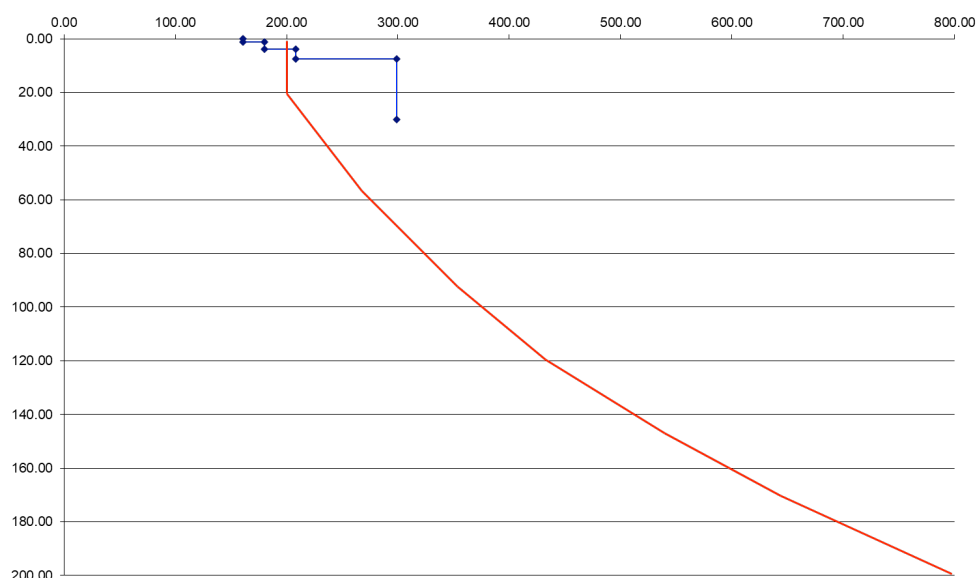


Fig. 5.1 - Grafico relativo alla litologia sabbiosa a cui sono stati sovrapposti i valori parziali di ogni intervallo di terreno in base alle Vs.

Come è possibile osservare l'andamento delle Vs è posizionato al di “sopra” della linea rossa che divide il campo di validità dal campo di non validità.

In questo caso, la media pesata delle velocità entro i primi 5,2 metri di profondità da p.c. risulta di 187 m/sec, assimilabile a 200 m/sec, in quanto la normativa indica che il valore di Vs dello strato superficiale riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (D.G.R. IX/2616).

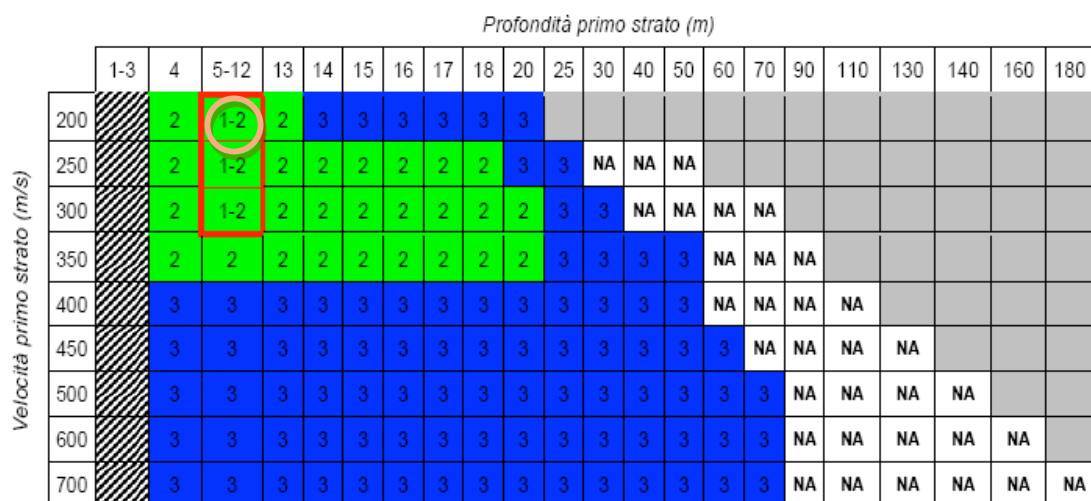


Figura 5.2 - Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di F_a , grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità.

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 2 (cerchio arancio del grafico), che corrisponde alla curva verde di fig. 5.3 e 5.4.

Con i valori sopra ottenuti si calcola il periodo "T" relativo al sito. Nel caso la velocità verificata dall'indagine non raggiungesse gli 800 m/s, occorre incrementare, la velocità e la profondità delle onde, utilizzando un passo adeguato, fino all'intercettazione degli 800 m/s.

Per la determinazione del periodo si utilizza la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

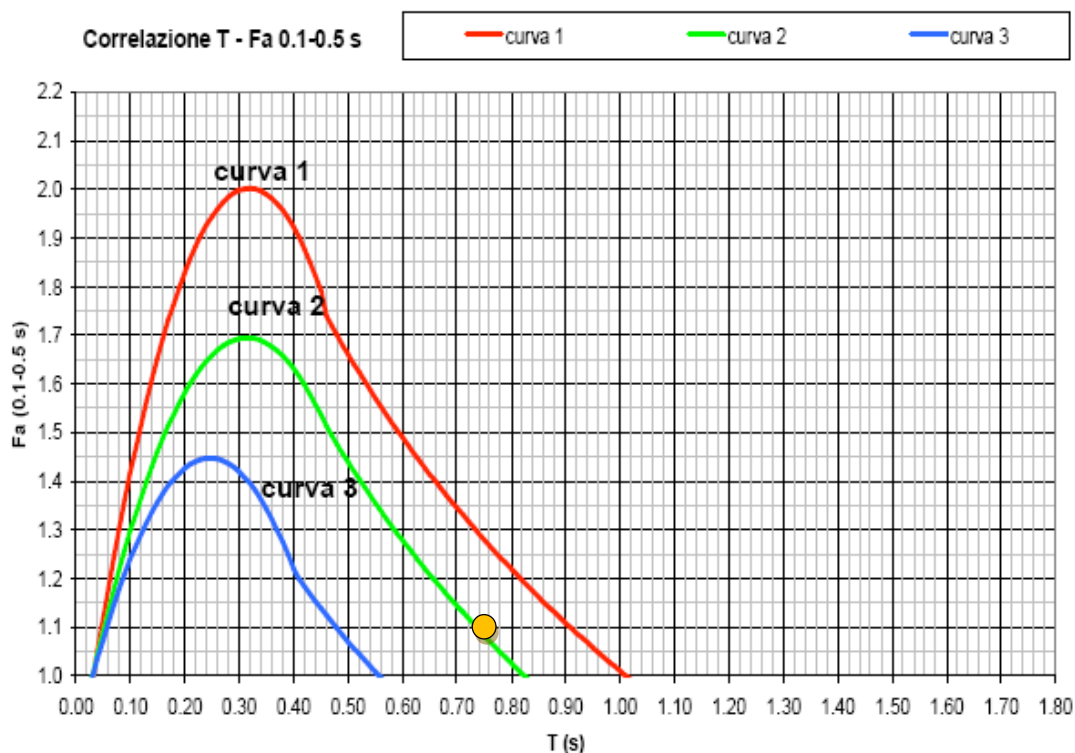
h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_{s_i} = Velocità dell'onda di taglio i-esima

Stendimento sismico	Valore del periodo T calcolato
PS_05	0,75s

Tabella 5 - Recante il valore del periodo T calcolato.

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di F_a utilizzando gli abachi di riferimento di fig. 5.3 e fig. 5.4 per la litologia sabbiosa e riferiti rispettivamente a strutture basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e più flessibili.

**Fig. 5.3** – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare F_a sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture basse).

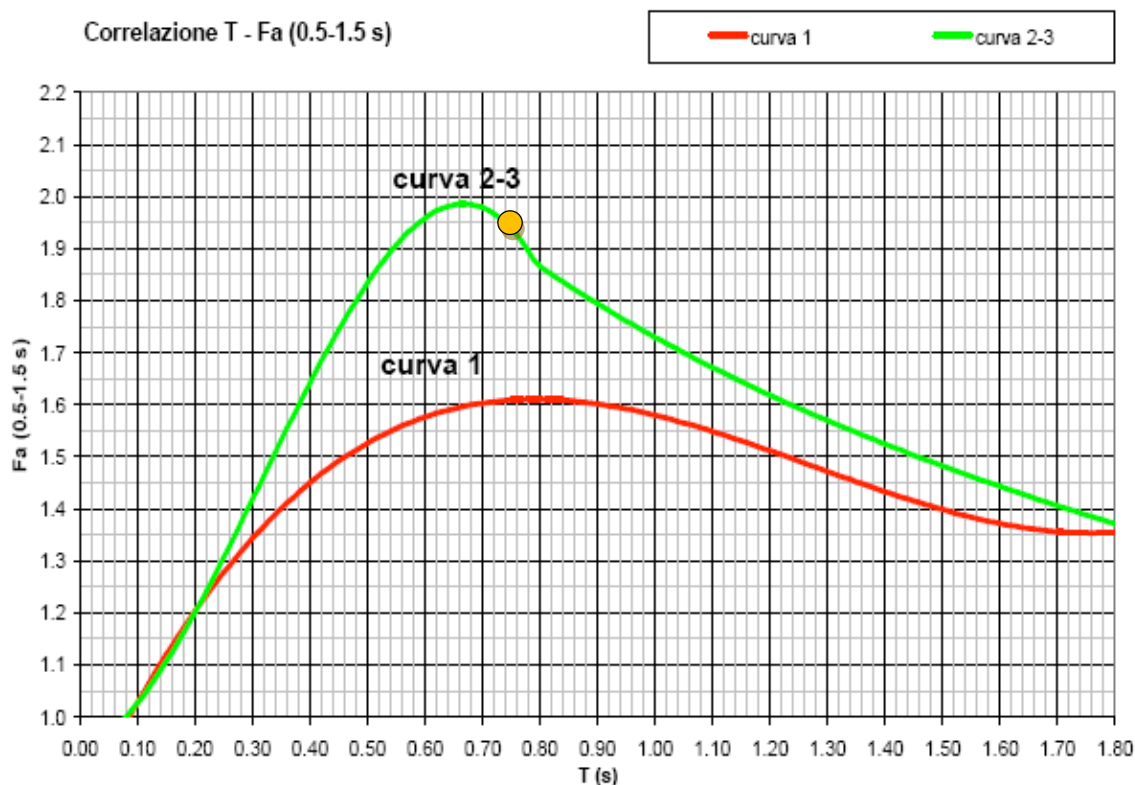


Fig. 5.4 – Abaco di riferimento per la litologia sabbiosa per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture alte).

La procedura prevede di valutare Fa con le schede di valutazione sopra riportate e di confrontarlo con il corrispettivo valore di soglia, considerando una variabilità di $\pm 0,1$, che tiene conto la variabilità del valore di Fa ottenuto.

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo ($T=0,75s$), identifichi sulla curva verde un valore (approssimato alla prima cifra decimale) di **Fa pari 1,1 per strutture basse e rigide (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 1,8) e Fa pari a 2,0 per strutture alte e flessibili (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 2,4).**

Ne deriva che sia nel caso di edifici e strutture basse e rigidi (T compreso tra 0.1-0.5s) che di edifici e strutture alte e flessibili (T compreso tra 0.5-1.5s) il valore di Fa calcolato è inferiore a quello di soglia, pertanto, in accordo con la vigente normativa (D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011), **lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo C risulta sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.**

Tabella riassuntiva:

Sito	Valore di $V_{s,eq} = V_{s30}$	Cat. sottosuolo da $V_{s,eq}$	$F_a (0.1-0.5s) \leq F_{a,soglia}$ (0.1-0.5s)	$F_a (0.5-1.5s) \leq F_{a,soglia}$ (0.5-1.5s)
PS_01 – Centro sportivo comunale	231	C	verificato	verificato
PS_02 – Cimitero comunale	228	C	verificato	verificato
PS_03 – Depuratore comunale	188	C	verificato	verificato
PS_04 – Scuola materna – Asilo nido	261	C	verificato	verificato
PS_05 – Ex asilo Bissone	209	C	verificato	verificato