**Da:** "Alida Magni" <info@pec.consamb.it>
**A:** <comune@pec.comune.castellanza.va.it>; <info@comazzi.it>; <stefano.fassini@consamb.it>
**Data invio:** mercoledì 9 dicembre 2015 11.44
**Allega:** 0851C15 Duca Visconti PEPLOS verifica sismica II livello.pdf
**Oggetto:** PIANO ATTUATIVO DI RICONVER-SIONE URBANISTICA EX STABILI-MENTO PEPLOS DI CASTELLANZA (VA),VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO

In allegato inviamo quanto in oggetto.

A disposizione per eventuali chiarimenti, porgiamo cordiali saluti.

Consulenze Ambientali S.p.A.
Dr. Stefano Fassini

**COMUNE DI CASTELLANZA**
N.Prot 21997/2015 Data: 09/12/2015
Ufficio:12 AMBIENTE
Copia A: TERRITORIO

Allegati SI

consulenze ambientali®

# PIANO ATTUATIVO DI RICONVERSIONE URBANISTICA EX STABILIMENTO PEPLOS DI CASTELLANZA (VA)

## VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO

Riferimento: Decreto Ministeriale 11.03.1988, OPCM 3274/03, D.M. 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni
**Allegato 5 D.G.R. N. IX/2616/2011**

## DUCA VISCONTI DI MODRONE
## DIVISIONE PEPLOS
## COMUNE DI CASTELLANZA (VA)

**Emissione del:** 9 Dicembre 2015
**File:** 0851C15 Duca Visconti PEPLOS verifica sismica II livello.doc

# consulenze ambientali s.p.a.

24020 Scanzorosciate (BG) - Via A. Moro, 1 - Tel 035/6594411 - Fax.035/6594450
Filiale: 20017 Rho (MI) - Via Beatrice d'Este, 16
info@consamb.it - www.consamb.it
Codice fiscale e Partita IVA: 01703480168


Redatta da: Dott. Stefano Fassini
Consulenze Ambientali spa

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
Dr. Geologo
STEFANO
FASSINI
n. 1126

# SOMMARIO


1. PREMESSA 4

2. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'ANALISI SISMICA DI SECONDO LIVELLO 5

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO 8

3.1 Lineamenti Geomorfologici 8

3.2 Lineamenti Geologici 8

3.3 Inquadramento idrogeologico 9

4. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA - GEOTECNICA 10

4.1 Stratigrafia locale 10

4.2 Prove geotecniche in foro 12

4.3 Prove penetrometriche SCPT 12

4.4 Stendimento Masw 12

4.5 Prove di laboratorio 15

5. INDIVIDUAZIONE DELLA SCHEDA DI VALUTAZIONE 16

6. CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO 17

7. CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE 18

8. CONFRONTO CON I VALORI REGIONALI 20

# 1. Premessa

La presente relazione viene redatta su incarico della ditta **Duca Visconti Di Modrone** relativamente all'area sede dello stabilimento Peplos sito in Via Giacomo Bettinelli, 8 Castellanza (VA).

Tale area è interessata da un Piano attuativo con riconversione urbanistica da industriale a commerciale e, in parte, residenziale.

Per la parte commerciale, essendo prevista la realizzazione di una media struttura di vendita classificata, ai sensi del d.d.u.o. punto 2e 19904/03, "edificio rilevante" ed essendo l'area in zona PSL Z4 a, si rende necessaria l'esecuzione della verifica sismica di 2° livello.

Di seguito si riporta la verifica condotta.

# 2. Modalità di esecuzione dell'analisi sismica di secondo livello

La presente verifica viene condotta secondo le specifiche fornite dall'all. 5 D.G.R. N. IX/2616/2011 della Regione Lombardia.

La procedura dell'analisi sismica di 2° livello consiste in un approccio di tipo semi-quantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (*Fa*).

Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di *Fa*.

Il valore di *Fa* si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di *Fa* sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di *Fa* per entrambi gli intervalli di periodo considerati.

La procedura richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle *Vs* con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s; la conoscenza degli spessori e delle Vs può essere ottenuta utilizzando qualsiasi metodo di indagine diretto ed indiretto, in grado di fornire un modello geologico e geofisico del sottosuolo attendibile in relazione alla situazione geologica del sito e il più dettagliato possibile nella parte più superficiale per una corretta individuazione dello strato superficiale; in mancanza del raggiungimento del bedrock (Vs ≥ 800 m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di Vs con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, utilizzando la matrice della scheda di valutazione, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T2.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

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

ove hi e Vsi sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Il valore di Fa determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo (Norme Tecniche per le Costruzioni) soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Per ciò che attiene ai dati di imput si è fatto riferimento ai dati acquisiti nel corso dell'esecuzione dell'indagine geotecnica e di seguito riassunti. Inquadramento territoriale

L'area oggetto della presente relazione tecnica è sita nel comune di Castellanza (VA), lungo il corso del fiume Olona, in area pianeggiante ad un'altitudine di circa 205 m s.l.m. (Estratto da Carta Tecnica Regionale - Sezione A5E4; Allegato n. 3).

| | |
|---|---|
| Coordinate: X | 492720.1 |
| Coordinate: Y | 5050531.3 |
| Lat | 45d 36'29.84" |
| Long. | 08d 54'23.91" |

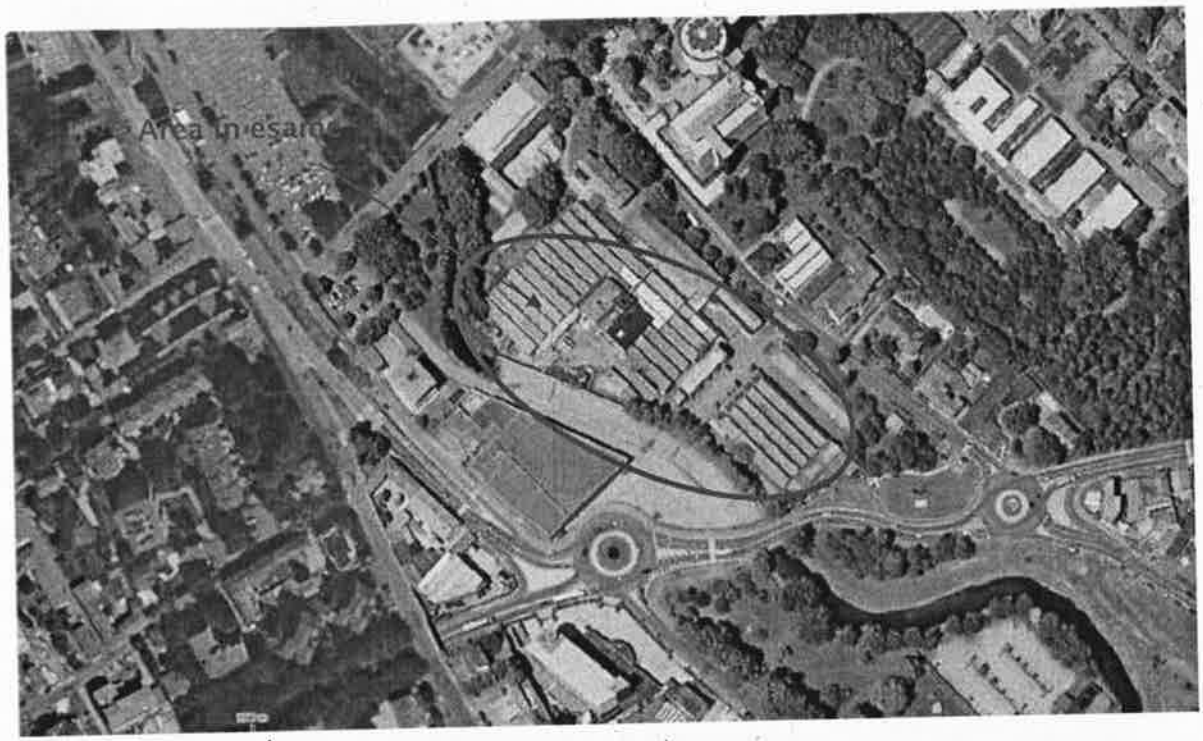



Fig. 1 Ortofoto

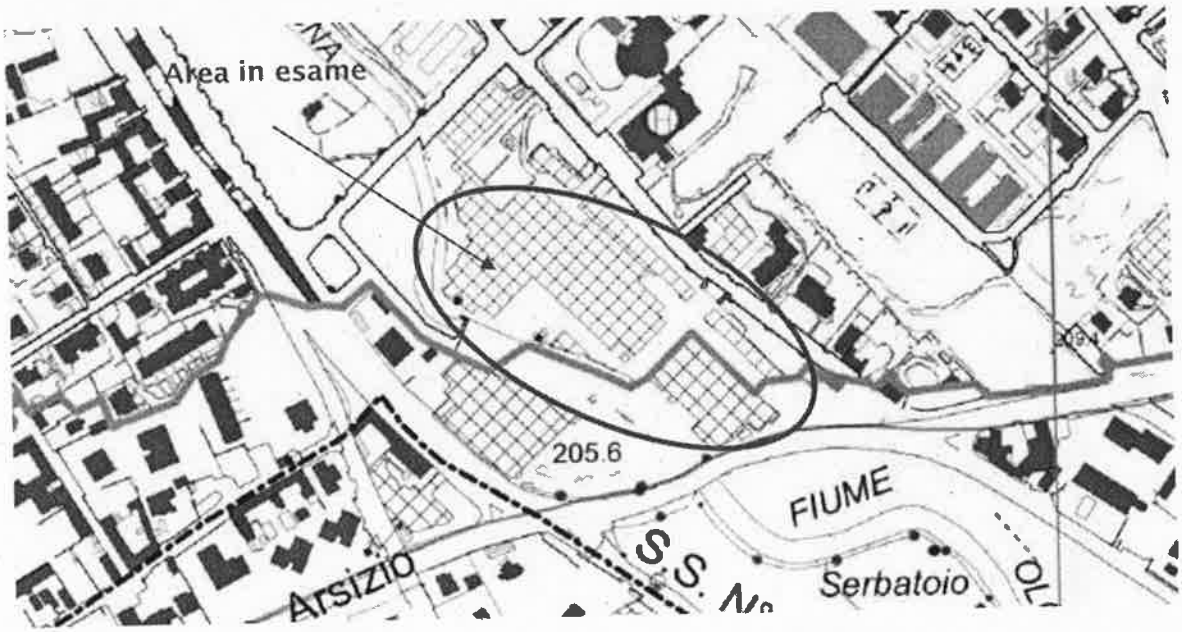



Fig. 2 Corografia dei luoghi

# 3. Inquadramento geologico, geomorfologico

## 3.1 Lineamenti Geomorfologici

L'area in esame è inserita nel centro dell'abitato di Castellanza nella fascia a contatto con il Fiume Olona.

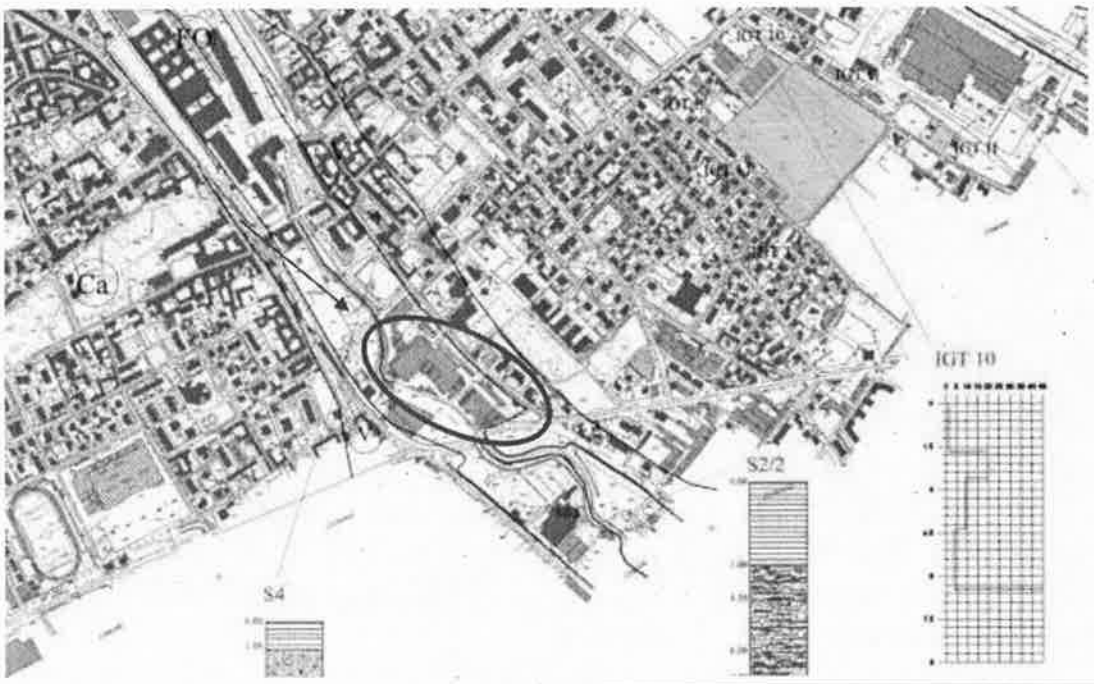
La proprietà si estende dalla zona di alveo al primo terrazzo esterno ed è caratterizzata da un gradiente altimetrico con un progressivo abbassamento della quota di piano campagna dalla zona esterna al margine con il Fiume con un dislivello complessivo di circa 1.5 m.

## 3.2 Lineamenti Geologici

Per la descrizione delle caratteristiche geologiche del sito si è fatto riferimento a quanto riportato nella Componente geologica del PGT.

L'area in esame è interessata dalla presenza di depositi di piana alluvionale litologicamente riconducibili a sabbie e sabbie limose, limi ed argille, con locali intercalazioni di corpi ghiaiosi fino alla profondità di 6 - 10 m dal p.c.

Più in profondità di rinvengono ghiaie e sabbie in matrice limosa.




| AREE | CARATTERI MORFOLOGICI | CARATTERI LITOLOGICI | CARATTERI PEDOLOGICI (tratto o cigli riferiti alle Unità Cartografiche ERSAL) | ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO | DRENAGGIO DELLE ACQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| FO | Piana alluvionale attuale e recente del F. Olona | Depositi di piana alluvionale costituiti da sabbie in matrice limosa, limi ed argille con locali intercalazioni ghiaiose fino a 6-10 m di profondità; inferiormente sabbie e ghiaie debolmente limose | 68) Suoli da sottili a moderatamente profondi limitati da substrato ciottoloso, con scheletro frequente negli orizzonti superficiali, tessitura da media a moderatamente grossolana in superficie, grossolana in profondità, drenaggio moderatamente rapido, localmente mediocre. | Terreni da granulari sciolti a coesivi con stato di consistenza da tenero a medio. In profondità terreni mediamente addensati Caratteristiche geotecniche da scadenti a discrete. Permeabilità media. | Drenaggio delle acque da discreto a buono sia in superficie che in profondità; presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo. |

Fig. 3 Estratto carta geologico tecnica

## 3.3 Inquadramento idrogeologico

Nel territorio comunale il flusso idrico sotterraneo è diretto principalmente nord/ovest sud/est passando dai 195 m s.l.m. del confine settentrionale ai 165 m s.l.m. di quello meridionale, mentre il gradiente idraulico risulta circa il 9.0 per mille.

La soggiacenza della falda freatica è compresa tra 20 e 40 metri dal piano campagna con le zone a minore soggiacenza ubicate lungo l'asse del Fiume Olona.

Lo stesso, causa la presenza di livelli coesivi superficiali, genera falde sospese nelle immediate vicinanze dell'alveo con soggiacenze anche inferiori al metro dal p.c..

In corrispondenza dell'area in esame la quota media della falda è di 178 m slm corrispondente ad una soggiacenza di circa 27 m dal p.c..

La fascia prospiciente all'Olona tuttavia è interessata dalla presenza di una falda sospesa.

Fig. 4 Estratto Carta Idrogeologica

# 4. Caratterizzazione stratigrafica - geotecnica

Complessivamente sono state effettuate le seguenti indagini:

| Tipologia d'indagine | Numero |
|---|---|
| Sondaggi geognostici superficiali | 8 da 4 m |
| Sondaggi geognostici profondi | 2 da 15 m |
| SPT in foro | 5 |
| Prove penetrometriche SCPT | 4 |
| Masw | 1 |

Dai sondaggi profondi sono stati inoltre acquisiti campioni da avviare ad analisi granulometrica e limiti di Atterberg.

Nella tavola di seguito riportata sono indicate le ubicazione dei punti di indagine.

## 4.1 Stratigrafia locale

Per ciò che attiene alla stratigrafia locale si rinviene una buona uniformità data dalla presenza di un livello superficiale, esteso mediamente fino a circa -2.0 m dal p.c., di materiale riportato, costituito da residui di demolizioni variamente frammiste a terreno, sovrastante un livello limoso argilloso esteso mediamente fino a circa 5.0 m dal p.c., e di terreni granulari in matrice limosa posti più in profondità.

Per il dettaglio delle stratigrafie dei singoli sondaggi si rimanda alla Relazione geotecnica già agli atti.

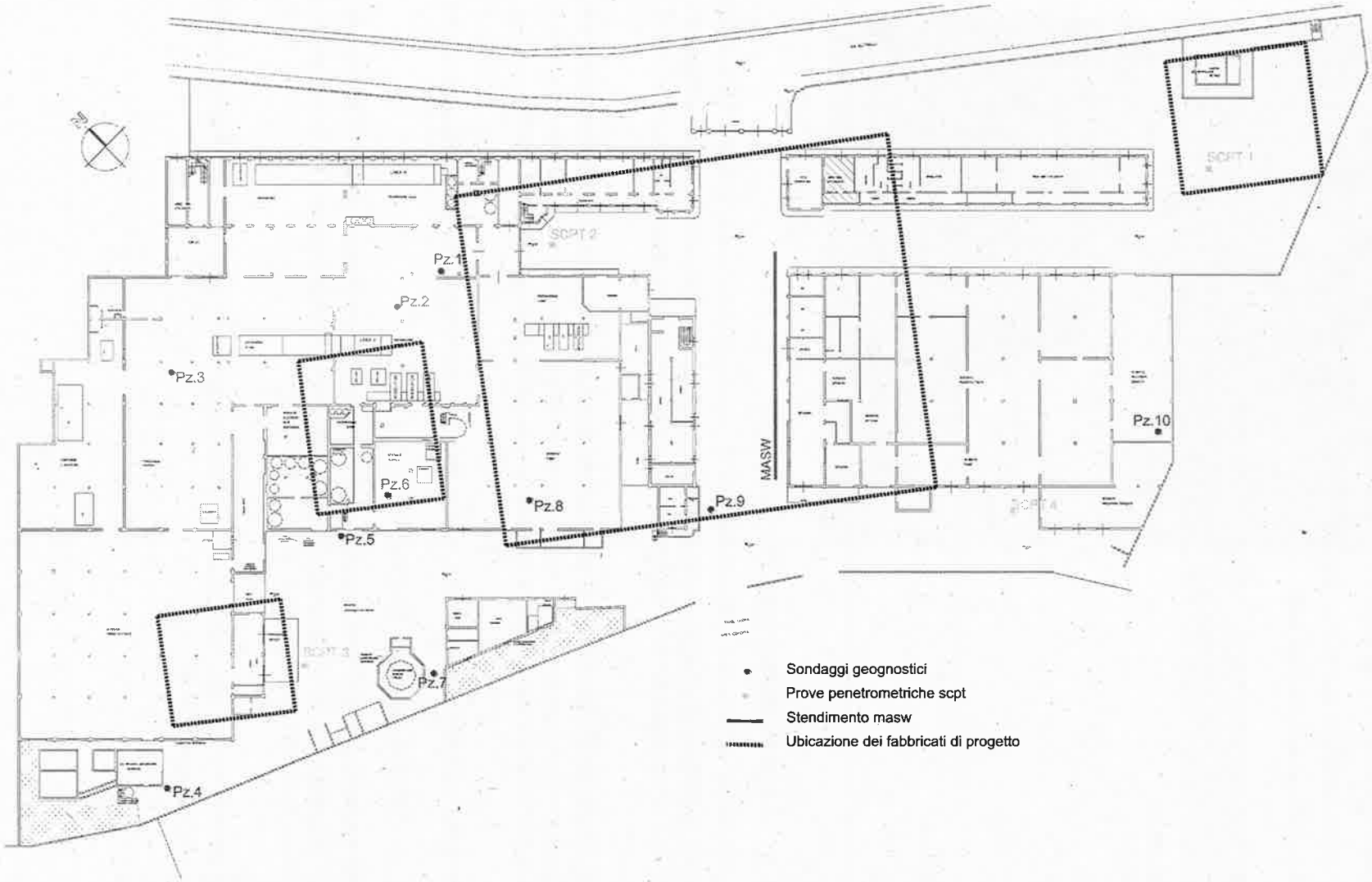



**Fig.5 Ubicazione delle indagini**

## 4.2 Prove geotecniche in foro

In corrispondenza dei due sondaggi profondi sono state eseguite delle prove SPT in foro. Di seguito si riportano gli esiti.

| Prove SPT in foro | | |
|---|---|---|
| sondaggio | profondità | Spt |
| S9 | 3.0 | 1/2/2 |
| | 8.0 | 18/17/18 |
| | 11.0 | 17/19/24 |
| S9 | 2.0 | 3/2/2 |
| | 7.5 | 8/8/7 |

## 4.3 Prove penetrometriche SCPT

I diagrammi delle prove evidenziano una sostanziale uniformità data dalla presenza di un livello superficiale, a basso grado di addensamento, esteso fino alla profondità di circa 6.0 m dal p.c. sovrastante terreni granulari aventi un buon grado di addensamento.

All'interno del livello superficiale si distingue una porzione, tra il piano campagna ed i 2.0 m, a bassissimo grado di addensamento, ed un livello sottostante, tra 2.0 m e 4.0 m dal p.c., a comportamento parzialmente coesivo, avente gasso grado di addensamento.

Per il dettaglio delle prove e per i relativi diagrammi si rimanda ala Relazione Geotecnica.

## 4.4 Stendimento Masw

Come previsto dalle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.32008) è stato realizzato uno stendimento MASW per la determinazione delle Vs30, parametro necessario per la definizione della categoria del suolo di fondazione.

Lo stendimento è stato realizzato nella fascia centrale del lotto nello sviluppo longitudinale con lunghezza di 54 m.

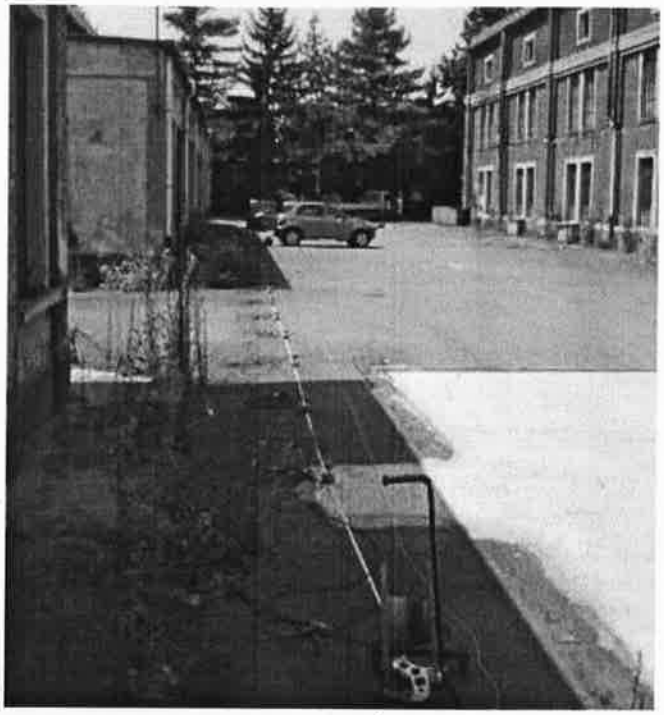


Fig. 6 Linea di stendimento

## Risultati dell'Indagine

Di seguito si riporta il report riassuntivo dei risultati dell' indagine geosismica M.A.S.W. articolata nelle due prove eseguite.

Nella tavola vengono mostrate la curva di dispersione, lo spettro f-k, il sismogramma ed il profilo delle velocità delle onde $Vs_{30}$ il cui valore è stato calcolato utilizzando la formula

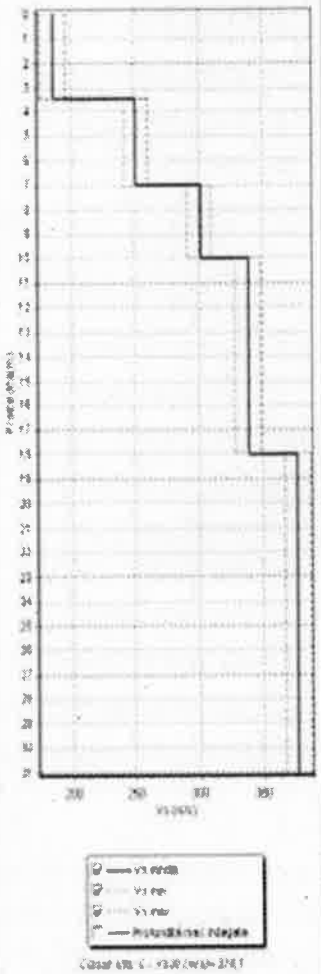
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

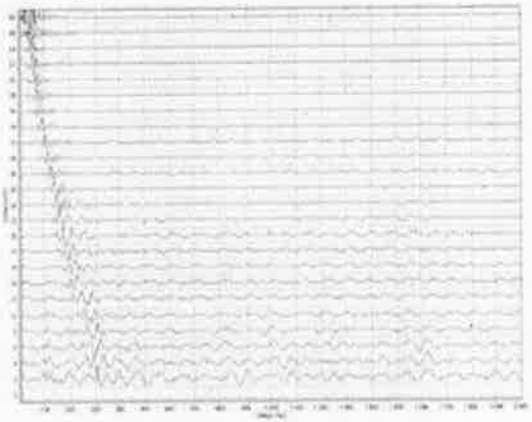
dove $h_i$ e $V_i$ indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i - esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m sottostanti le fondazioni dell'opera in progetto.

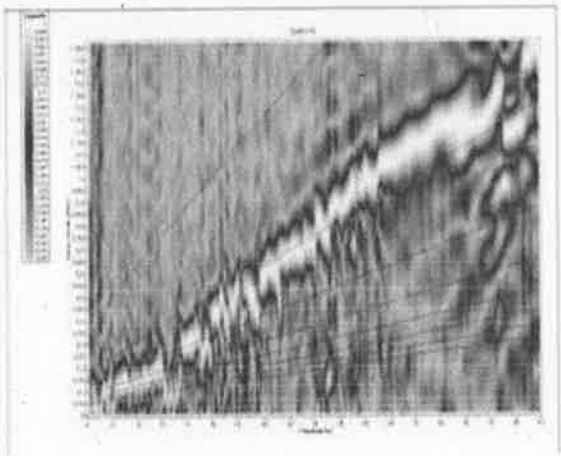
La categoria di suolo che è risultata dalla prova è C ($Vs_{30}$= 314.4 m/s=.

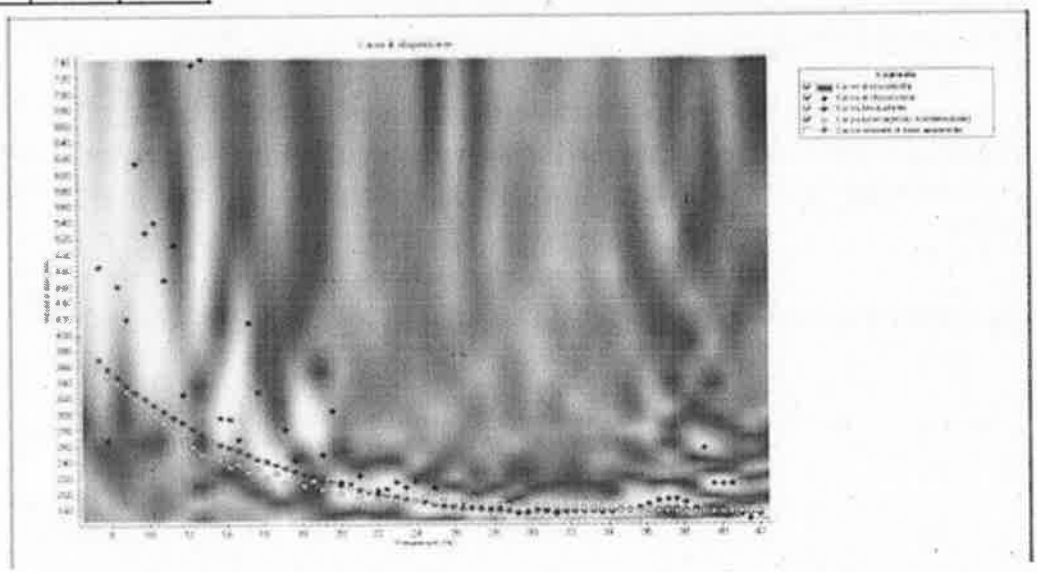
## Riassunto interpretazione MASW Castellanza (VA) - Via Bettinelli

| N. | H(m) | Vs(m/s) |
|---|---|---|
| 1 | 3.5 | 185.0 |
| 2 | 7.0 | 251.0 |
| 3 | 10.0 | 301.0 |
| 4 | 18.0 | 339.0 |
| 5 | 31.0 | 377.0 |









## 4.5 Prove di laboratorio

Dai due sondaggi profondi realizzati sono stati acquisiti n.2 campioni cad da avviare a prove di laboratorio.

Le prove sono consistite in analisi granulometri e limiti di Atterberg (per i campoioni coesivi).

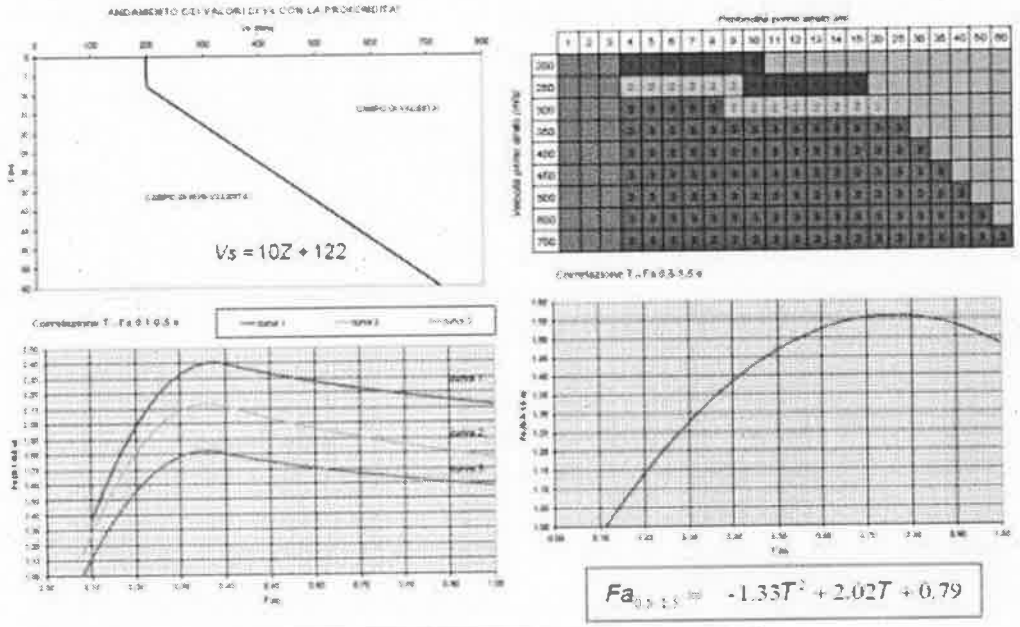
Di seguito si riportano gli esiti delle prove effettuate, i certificati sono riportati in allegato.

| PROVE DI LAVORATORIO ESEGUITE SUI CAMPIONI PRELEVATI | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Campioni** | **Profondità** | **Calssificazione granulometrica** | **Permeabilità (cm/s)** | **Limiti di Atterberg** |
| S2 C1 | -2.6 -3.0 m | Limo con sabbia debolmente argilloso | $5.26 \times 10^{-6}$ | L.L=24.62%<br>L.P.=18.13%<br>I.P.= 6.49%<br>W.n.=23.3% |
| S2 C2 | -6.0 m | Ghiaia con Sabbia limosa | $1.02 \times 10^{-3}$ | - |
| S9 C1 | -2.7 - -3.0 m | Sabbia con Limo | $6.08 \times 10^{-5}$ | L.L=25.90%<br>L.P.=21.33%<br>I.P.= 4.57%<br>W.n.=10.21% |
| S9 C2 | -7.0 - -8.0 m | Ghaia pon sabbia limosa | $8.41 \times 10^{-4}$ | - |

# 5. Individuazione della scheda di valutazione

Come previsto dalla procedura regionale si è proceduto a confrontare curve di propagazione delle onde di taglio con le curve di riferimento attualmente disponibili.

Dal confronto tra le curve regionali e l'andamento rilevato risulta che la scheda maggiormente rispondente sia: **SCHEDA LITOLOGICA LIMOSO - SABBIOSA TIPO 2.**




| Curva | Tratto polinomiale | Tratto logaritmico |
|---|---|---|
| 1 | $0.10 < T \leq 0.40$ | $0.40 < T \leq 1.00$ |
| | $Fa_{0.1\div0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$ | $Fa_{0.4\div1.0} = 2.12 - 0.30\ln T$ |
| 2 | $0.08 < T \leq 0.40$ | $0.40 < T \leq 1.00$ |
| | $Fa_{0.1\div0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$ | $Fa_{0.4\div1.0} = 1.77 - 0.38\ln T$ |
| 3 | $0.05 < T \leq 0.40$ | $0.40 < T \leq 1.00$ |
| | $Fa_{0.1\div0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$ | $Fa_{0.4\div1.0} = 1.58 - 0.24\ln T$ |

Fig. 7 Scheda litologia limoso sabbiosa tipo 2

# 6. Calcolo del periodo proprio del sito

Per il calcolo del periodo proprio di sito T, necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, occorre considerare la stratigrafia di velocità di propagazione delle onde di taglio VS fino alla profondità a cui si raggiunge un valore pari a o superiore a 800 m/s.

Nel caso in esame, le indagini condotte non hanno consentito l'individuazione della profondità del bedrock sismico pertanto si è reso necessario eseguire una estrapolazione del dato.

La MASW realizzata rileva, alla quota di -31 m dal p.c., la velocità della Vs pari a 377 m/s.

Mantenendo il medesimo trend di incremento della velocità con la profondità fino alla velocità di 800 m/s, ed applicando la seguente relazione:

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

risulta che il periodo proprio del sito è pari a:

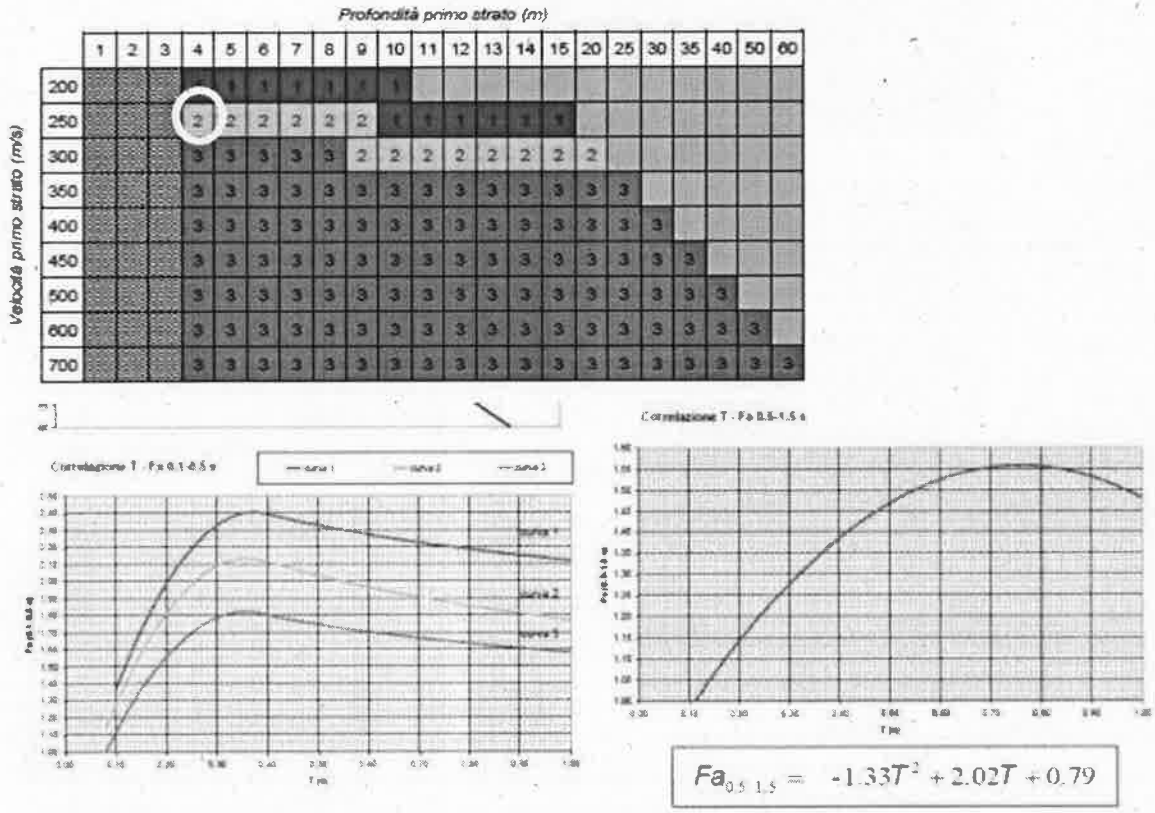
**T= 0.86 s.**

# 7. Calcolo del fattore di amplificazione

Per il calcolo fattore di amplificazione litologico locale è necessario dapprima individuare lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale, definito come il primo strato a partire dalla superficie avente spessore minimo di 4 m.

Lo strato superficiale considerando che la quota di posa delle fondazioni è prevista a -1.0 m dal p.c. presenta uno spessore di 2.5 m.
La velocità ponderata per i primi 4 m risulta pari a 210 m/s.

La curva da utilizzare per il calcolo della Fa è pertanto la curva 2.




$$Fa_{0.5\,1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

| Curva | Tratto polinomiale | Tratto logaritmico |
|---|---|---|
| 1 | $0.10 < T \leq 0.40$ | $0.40 < T \leq 1.00$ |
| | $Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$ | $Fa_{0.5-1.5} = 2.12 - 0.30LnT$ |
| 2 | $0.08 < T \leq 0.40$ | $0.40 < T \leq 1.00$ |
| | $Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$ | $Fa_{0.5-1.5} = 1.77 - 0.38LnT$ |
| 3 | $0.05 < T \leq 0.40$ | $0.40 < T \leq 1.00$ |
| | $Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$ | $Fa_{0.5-1.5} = 1.58 - 0.24LnT$ |

Utilizzando le relazioni fornite risultano i seguenti valori di amplificazione:

| fattore di amplificazione | T 0.1 - 0.5 s | T 0.5 - 1.5 s |
|---|---|---|
| Fa | 1.82 | 1.54 |

Si specifica che i criteri regionali prevedono di considerare una variabilità di $\pm$0.1 per tenere conto della variabilità del valore di Fa calcolato.

| fattore di amplificazione | T 0.1 - 0.5 s | T 0.5 - 1.5 s |
|---|---|---|
| Fa | 1.92 | 1.64 |

# 8. Confronto con i valori regionali

Di seguito si riporta il raffronto tra i valori calcolati (ottenuti dai dati acquisiti in campo) ed i valori forniti dalla Regione Lombardia per il comune di Castellanza (VA).

| fattore di amplificazione | T 0.1 - 0.5 s | T 0.5 - 1.5 s |
|---|---|---|
| Fa calcolato | 1.92 | 1.64 |
| Fa Regione Lombardia per Castellanza | 18 | 2.4 |

Dalla verifica risulta che, per strutture aventi periodo compreso tra 0.1 - 0.5 s, il dato regionale non risulta adeguato rispetto ai possibili effetti di amplificazione litologica e quindi risulta necessario, in fase di progettazione edilizia, effettuare un analisi sismica di 3° livello o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Nel caso in esame si dovrà pertanto fare riferimento alla categoria D.