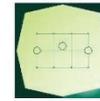


CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI  
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006  
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 42/2009

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO DEFINITIVO

INTERCONNESSIONE A35-A4

PARTE GENERALE

00010 - GEOTECNICA

RELAZIONE BARRIERE ANTIRUMORE

VERIFICHE GEOTECNICHE

PROGETTAZIONE:



**CONSORZIO B.B.M.**

PER IL CONSORZIO  
IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

PER IL CONSORZIO  
IL DIRETTORE TECNICO  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

VERIFICA:

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO											PROGR.		DATA:
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PART.	PROGR.	PART. DOC.	STATO	REV.	
60404	04	RO	D	I	11	00	010	00	00	009	00	A	00	MARZO 2015
														SCALA:

ELABORAZIONE PROGETTUALE

IL PROGETTISTA  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A.  
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

REVISIONE

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
A	00	EMISSIONE	04/03/15	PIACENTINI	04/03/15	MAZZOLI	04/03/15	MAZZOLI

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

Società di Progetto  
Brebemi SpA

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SdP BREBEMI S.P.A. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE. THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SdP BREBEMI S.P.A. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW

	Doc. N. 60404-00010-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 2 di 120
---	--------------------------------	--------------------	------------	--------------------

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>IPOTESI DI CALCOLO .....</b>	<b>4</b>
2.1	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI .....	4
2.2	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEI CARICHI VERTICALI .....	5
2.3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	5
<b>3.</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>7</b>
3.1	BARRIERE ANTIRUMORE DI ALTEZZA PARI A 3M.....	7
3.1.1	<i>Azioni di progetto a testa palo .....</i>	<i>7</i>
3.1.2	<i>Comportamento del palo nei confronti dei carichi orizzontali .....</i>	<i>8</i>
3.1.3	<i>Comportamento del palo nei confronti dei carichi assiali .....</i>	<i>33</i>
3.1.4	<i>Riepilogo lunghezze minime dei pali di fondazione.....</i>	<i>40</i>
3.2	BARRIERE ANTIRUMORE DI ALTEZZA PARI A 4M.....	41
3.2.1	<i>Azioni di progetto a testa palo .....</i>	<i>41</i>
3.2.2	<i>Comportamento del palo nei confronti dei carichi orizzontali .....</i>	<i>42</i>
3.2.3	<i>Comportamento del palo nei confronti dei carichi assiali .....</i>	<i>83</i>
3.2.4	<i>Riepilogo lunghezze minime dei pali di fondazione.....</i>	<i>94</i>
3.3	BARRIERE ANTIRUMORE DI ALTEZZA PARI A 5M.....	95
3.3.1	<i>Azioni di progetto a testa palo .....</i>	<i>95</i>
3.3.2	<i>Comportamento del palo nei confronti dei carichi orizzontali .....</i>	<i>96</i>
3.3.3	<i>Comportamento del palo nei confronti dei carichi assiali .....</i>	<i>113</i>
3.3.4	<i>Riepilogo lunghezze minime dei pali di fondazione.....</i>	<i>118</i>
<b>4.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>119</b>
4.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....	119
4.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	119
4.3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	120
4.4	SOFTWARE DI CALCOLO .....	120



## 1. PREMESSA

Nel presente documento verranno riportate le verifiche geotecniche relative alle fondazioni degli elementi costituenti le opere di mitigazione acustica da adottarsi per il raddoppio di carreggiata del lotto 0A della autostrada BreBeMi e dell'interconnessione A35/A4.

Con lo scopo di coprire l'intero tratto interessato dalla presenza delle barriere fonoassorbenti sia in termini di tipologia geometrica delle barriere, di altezza del rilevato stradale e di caratterizzazione stratigrafica del terreno di fondazione verranno sviluppate delle serie di tipologici.

In particolar modo verranno distinte le barriere in funzione dei carichi agenti sulla fondazione e pertanto in base all'altezza del pannello fonoassorbente: 3m, 4m e 5m.

Le fondazioni adottate sono su pali ad elica di diametro 600mm. La geometria schematica di tali elementi è riportata in Figura 1.1. Longitudinalmente la spaziatura corrente dei pali è assunta pari a 3m.

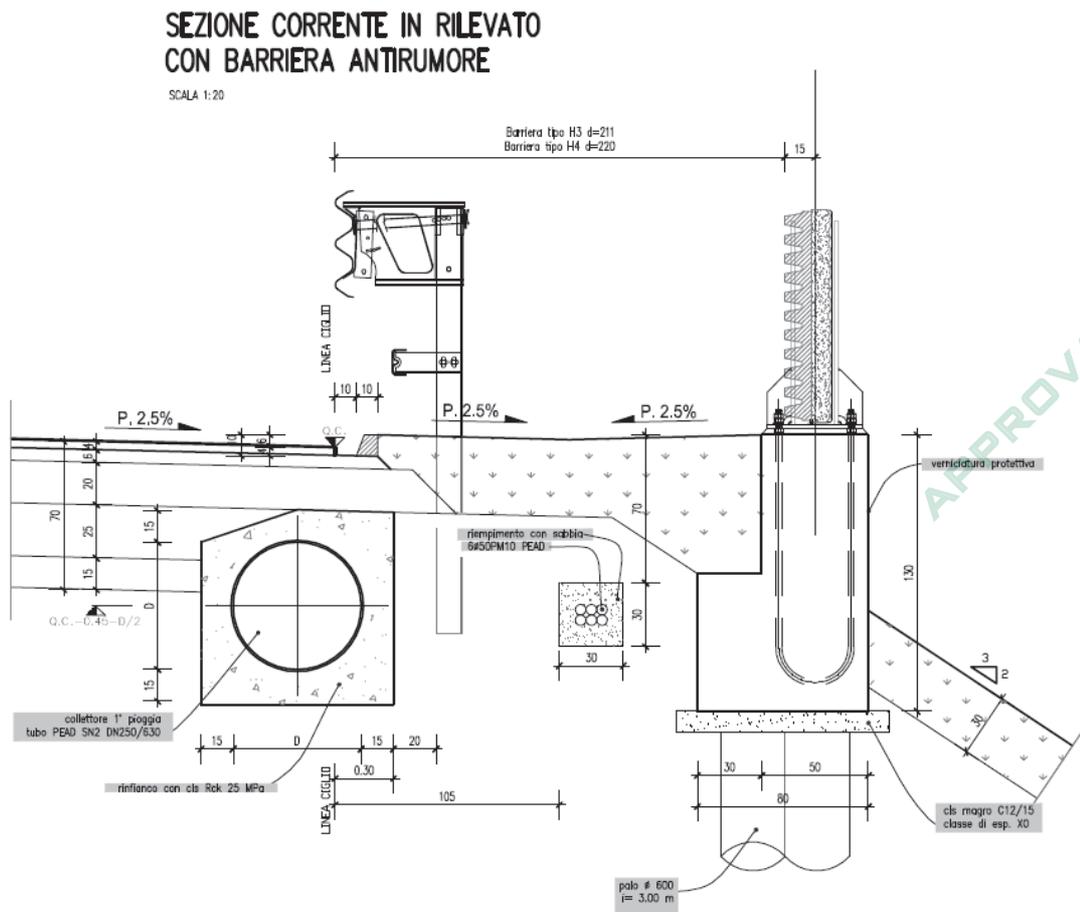


Figura 1.1 – Schema fondazione barriere fonoassorbenti

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	60404-00010-A00.doc	04RODII100010000000900A	00	4 di 120

## 2. IPOTESI DI CALCOLO

### 2.1 Verifiche nei confronti dei carichi orizzontali

Le analisi di dimensionamento dei pali nei confronti dei carichi orizzontali sono state condotte per mezzo del programma di calcolo LPILE PLUS 5.0 sviluppato dalla società Ensoft Inc (rif.4.4.1).

Tale programma implementa il metodo delle curve p-y. A tali curve vengono applicati opportuni coefficienti di riduzione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  in accordo a quanto previsto dalla normativa adottata (NTC 2008, rif.4.1.1) per ottenere i valori caratteristici. Data la natura di "tipologico" delle verifiche riportate, verranno assunti dei valori cautelativi dei sopra citati coefficienti di riduzione:

$$\xi_3 = \xi_4 = 1.7$$

Il palo, a cui vengono applicati i carichi di progetto (taglio, momento e azione verticale) viene schematizzato come libero di ruotare in testa.

La testa del palo, in accordo alla geometria riportata in Figura 1.1 viene assunta a 1.3m dalla sommità del rilevato stradale.

Nella modellazione numerica, il primo tratto di rilevato, presumibilmente disturbato dalla costruzione della trave di coronamento e poco confinato verso la scarpata verrà considerato cautelativamente non collaborante nei confronti del palo di fondazione. Cautelativamente, verranno pertanto annullate le curve p-y fino alla quota da testa palo per cui il fronte del rilevato risulti a meno di 7-8 diametri di distanza dal palo. Tale profondità da testa palo, assumendo una pendenza del rilevato pari a 2:3 (verticale:orizzontale) è stata assunta pari a 1.7m (o in altri termini pari a 3m dalla quota del rilevato).

Per motivazioni analoghe, non potendo contare sulla piena resistenza offerta dal rilevato autostradale, le resistenze all'interno del restante tratto di rilevato (se presente) verranno abbattute del 50%.

I carichi applicati, derivanti principalmente da azioni indotte dal vento, verranno considerati ciclici.

La lunghezza preliminare dei pali di fondazione viene determinata verificando che per la condizione di carico più severa (nel presente caso combinazione SLV approccio 1-combinazione 2) la resistenza nel terreno mobilitata alla base del palo risulti ragionevolmente bassa. A favore di sicurezza tale verifica viene approntata anche amplificando di un fattore 1.2 tale combinazione di carico.

Successivamente tale lunghezza preliminare verrà confrontata con quanto ottenuto nei rispetti dei carichi verticali, in base a quanto riportato nel successivo §2.2. La maggiore delle lunghezze di palo determinate viene adottata come lunghezza di progetto.

Per ogni tipologia considerata verranno ricavati i diagrammi che rappresentano il comportamento del palo nei confronti dei valori di sollecitazione assunti:

Società di Progetto  
Brebem SpA



	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	60404-00010-A00.doc	04RODII100010000000900A	00	5 di 120

- deformazione del palo lungo il fusto;
- andamento dell'azione di taglio;
- andamento del momento flettente;
- andamento della resistenza mobilitata nel terreno.

## 2.2 Verifiche nei confronti dei carichi verticali

Le verifiche di sicurezza nei confronti del "collasso per carico limite nei riguardi dei carichi assiali" verranno eseguite in accordo a quanto richiesto dalla normativa di riferimento NTC2008 (rif.4.1.1).

Le modalità di verifica e i metodi di calcolo sono riportati in dettaglio nella Relazione Metodologica al rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Per il caso particolare delle barriere antirumore vale inoltre quanto segue:

- Approccio adottato: Approccio 1
- Valore dei coefficienti riduttivi  $\xi_3 = \xi_4 = 1.7$

Analogamente a quanto assunto per il comportamento a carichi orizzontali (si faccia riferimento al §2.1), i primi 1.7m di palo all'interno del rilevato verranno cautelativamente considerati non contribuenti anche dal punto di vista delle resistenze verticali.

La lunghezza dei pali determinata in base ai carichi verticali verrà infine confrontata con quella ottenuta nelle verifiche nei confronti dei carichi orizzontali e la maggiore delle due verrà assunta come lunghezza di progetto.

## 2.3 Caratterizzazione geotecnica

Per determinare le stratigrafie di calcolo per ogni tipologia di barriera antirumore considerata (altezza barriera  $h = 3m, 4m, e 5m$ ) sono state analizzate le tratte stratigrafiche definite nella relazione geotecnica (Rif.4.2.1) e le caratteristiche locali dei terreni di fondazione così come sono rappresentate nei profili geotecnici di progetto (Rif.4.2.5) e dai sondaggi eseguiti in prossimità delle barriere.

Nel tratto in oggetto il terreno di fondazione presente in sito risulta piuttosto omogeneo nei primi metri di profondità interessati dai pali di fondazione (tra 0 e 10÷15m). Per tale ragione verrà considerato un unico profilo stratigrafico per tutte le barriere presenti lungo lo sviluppo stradale in oggetto. Tale profilo stratigrafico è caratterizzato dalla presenza di uno strato limoso superficiale di spessore pari ad 1m posto al di sopra di uno strato granulare (sabbia ghiaiosa e ghiaia sabbiosa). Tale profilo è stato assunto fino alla profondità di 20m da p.c..

I parametri geotecnici di resistenza sono stati determinati sulla base delle interpretazioni riportate nella relazione geotecnica di riferimento (Rif.4.2.1).

Riassumendo, le stratigrafie di calcolo e i parametri geotecnici assunti da p.c. sono riepilogati nella seguente tabella:

Società di Progetto  
Brebem SpA



	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	60404-00010-A00.doc	04RODII100010000000900A	00	6 di 120

BreBeMi - Lotto 0A - BARRIERE ANTIRUMORE																	
Quota da P.C.		Descrizione	Unità	Parametri in condizioni drenate							Parametri in condizioni non drenate				Peso di volume		
da	a			$\psi'_{k\_SPT}$	$\psi'_{k\_CONTROLLO}$	$\psi'_k$	$\psi'_{dM1}$	$\psi'_{dM2}$	$c'_k$	$c'_{dM1}$	$c'_{dM2}$	k	$C_{uk}$	$C_{uM1}$	$C_{uM2}$	$\epsilon_{50}$	$\gamma_n$
(m)	(m)	(-)	(-)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(-)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
0.0	1.0	Limo	V	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40	29	0.01	20	11
1.0	20.0	Ghiaia sabbiosa / Sabbia Ghiaiosa / Sabbia Limosa	II / III / IV	40	35	38	38	32	0	0	0	19842	-	-	-	20	11

La caratterizzazione assunta per il rilevato autostradale è invece riportata nella seguente tabella:

BreBeMi - Rilevato Autostradale													
Parametri in condizioni drenate							Parametri in condizioni non drenate				Peso di volume		
$\psi'_k$	$\psi'_{dM1}$	$\psi'_{dM2}$	$c'_k$	$c'_{dM1}$	$c'_{dM2}$	k	$C_{uk}$	$C_{uM1}$	$C_{uM2}$	$\epsilon_{50}$	$\gamma_n$	$\gamma'$	sommerso
(°)	(°)	(°)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(-)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
38	38	32	-	-	-	35130÷37403	-	-	-	-	20	11	

In tutti i casi la falda è stata considerata a 10m da p.c..

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 60404-00010-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RODII100010000000900A	REV. 00	FOGLIO 7 di 120
---	--------------------------------	---	------------	--------------------

### 3. VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente capitolo verranno trattate le verifiche geotecniche effettuate ai sensi del NTC2008 (Rif.4.1.1) per le differenti barriere tipologiche considerate.

In particolare, le altezze delle barriere antirumore considerate sono le seguenti:

- $h = 3\text{m}$ ;
- $h = 4\text{m}$ ;
- $h = 5\text{m}$ .

#### 3.1 Barriere antirumore di altezza pari a 3m

##### 3.1.1 Azioni di progetto a testa palo

Le combinazioni di carico a testa palo utilizzate per dimensionare la lunghezza dei pali di fondazione delle barriere fonoassorbenti (N, H, M) sono riportate nella tabella seguente (riportata al § 9.1 della relazione di calcolo al rif. 4.2.3). Le azioni sono riferite alla base del cordolo in CA (si veda il rif. 4.2.3).

In aggiunta, in tale tabella è riportata l'altezza di rilevato (minima e massima) corrispondente nella tratta in cui sono dislocate le barriere antirumore di altezza pari a 3m.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



**Barriera H = 3.00 m**

CODICE PROGRESSIVO BARRIERA	ALTEZZA MIN. RILEVATO (m)	ALTEZZA MAX RILEVATO (m)
BA7	0.45	3.41

	H [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1 SLU (Vento)	32.54	138.57	61.57
<b>C2 SLU (Neve)</b>	<b>38.32</b>	<b>138.57</b>	<b>79.80</b>
C3 SLU (Aero-veic)	34.06	138.57	66.65
<b>C4 SLE (q.perm)</b>	<b>12.17</b>	<b>106.59</b>	<b>12.93</b>
C5 SLE (freq) (Vento)	13.82	106.59	17.28
<b>C6 SLE (freq) (Neve)</b>	<b>15.17</b>	<b>106.59</b>	<b>21.33</b>
C7 SLE (freq) (Aero-veic)	15.05	106.59	20.99
C8 SLE (rara) (Vento)	23.31	106.59	42.77
<b>C9 SLE (rara) (Neve)</b>	<b>27.17</b>	<b>106.59</b>	<b>54.93</b>
C10 SLE (rara) (Aero-veic)	24.33	106.59	46.16
<b>C11 SLV (Sisma)</b>	<b>70.29</b>	<b>106.59</b>	<b>79.15</b>
<b>C12 SLV (Sisma-GEO)</b>	<b>73.84</b>	<b>106.59</b>	<b>80.69</b>
C13 SLU-GEO (Vento)	30.21	106.59	53.27
<b>C14 SLU-GEO (Neve)</b>	<b>35.22</b>	<b>106.59</b>	<b>69.06</b>
C15 SLU-GEO (Aero-veic)	31.52	106.59	57.66
C1a SLU (Vento)	32.54	106.59	59.28
<b>C2a SLU (Neve)</b>	<b>38.32</b>	<b>106.59</b>	<b>77.51</b>
C3a SLU (Aero-veic)	34.06	106.59	64.35

I carichi di progetto che verranno adottati nel dimensionamento sono quelli riportati in grassetto nella tabella di cui sopra, rappresentativi per ogni combinazione di carico delle sollecitazioni più gravose.

### 3.1.2 Comportamento del palo nei confronti dei carichi orizzontali

Sulla base dei carichi di progetto definiti al §3.1.1 e alle stratigrafie di calcolo riportate nel paragrafo §2.3, si riportano i risultati ottenuti nei confronti del comportamento del palo per i carichi orizzontali.

Per il dimensionamento sono stati considerati dei rilevati con altezza pari a 1m, 2m e 3m rappresentativi delle barriere di altezza 3m presenti nel tratto stradale.

Altezza rilevato 1m

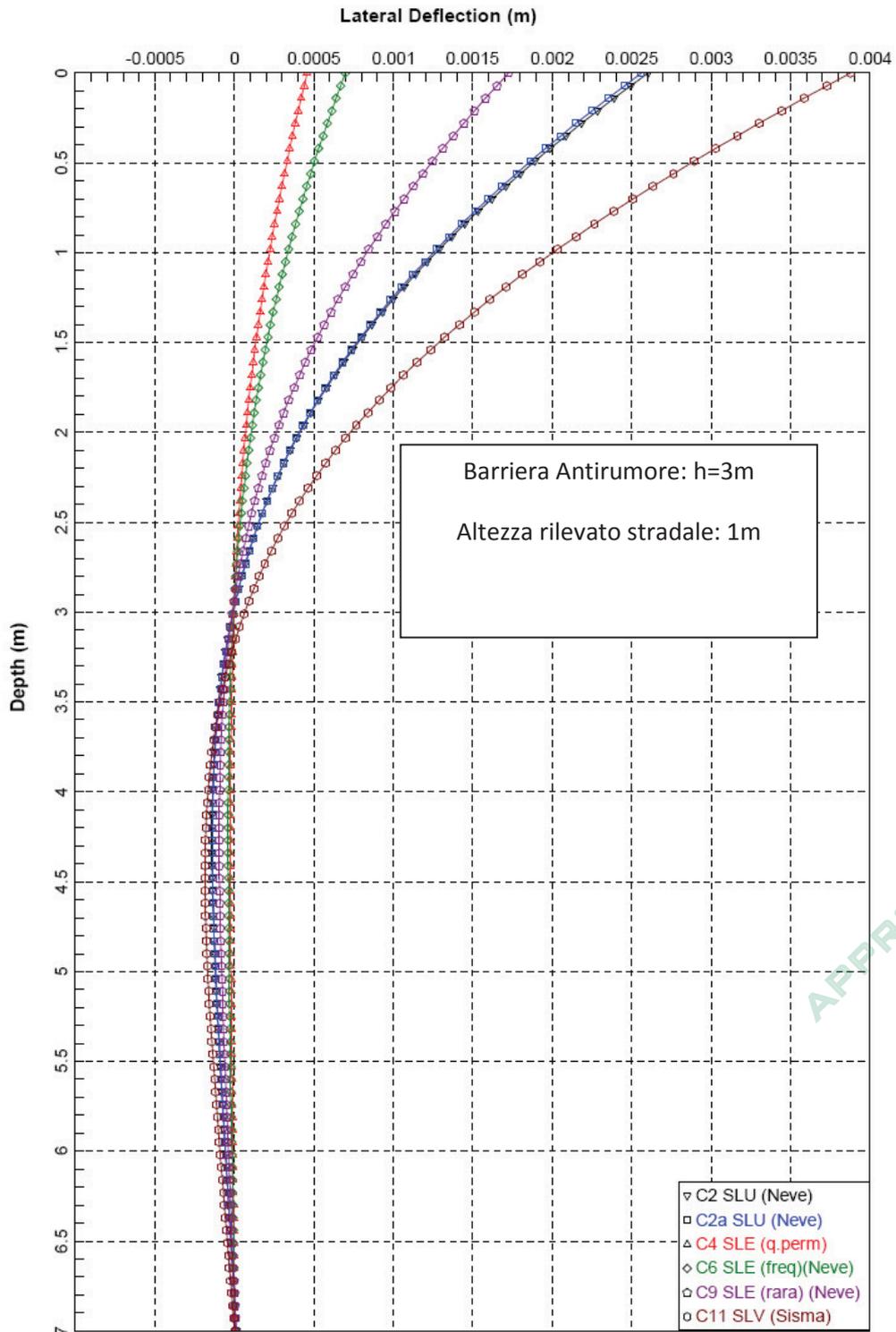
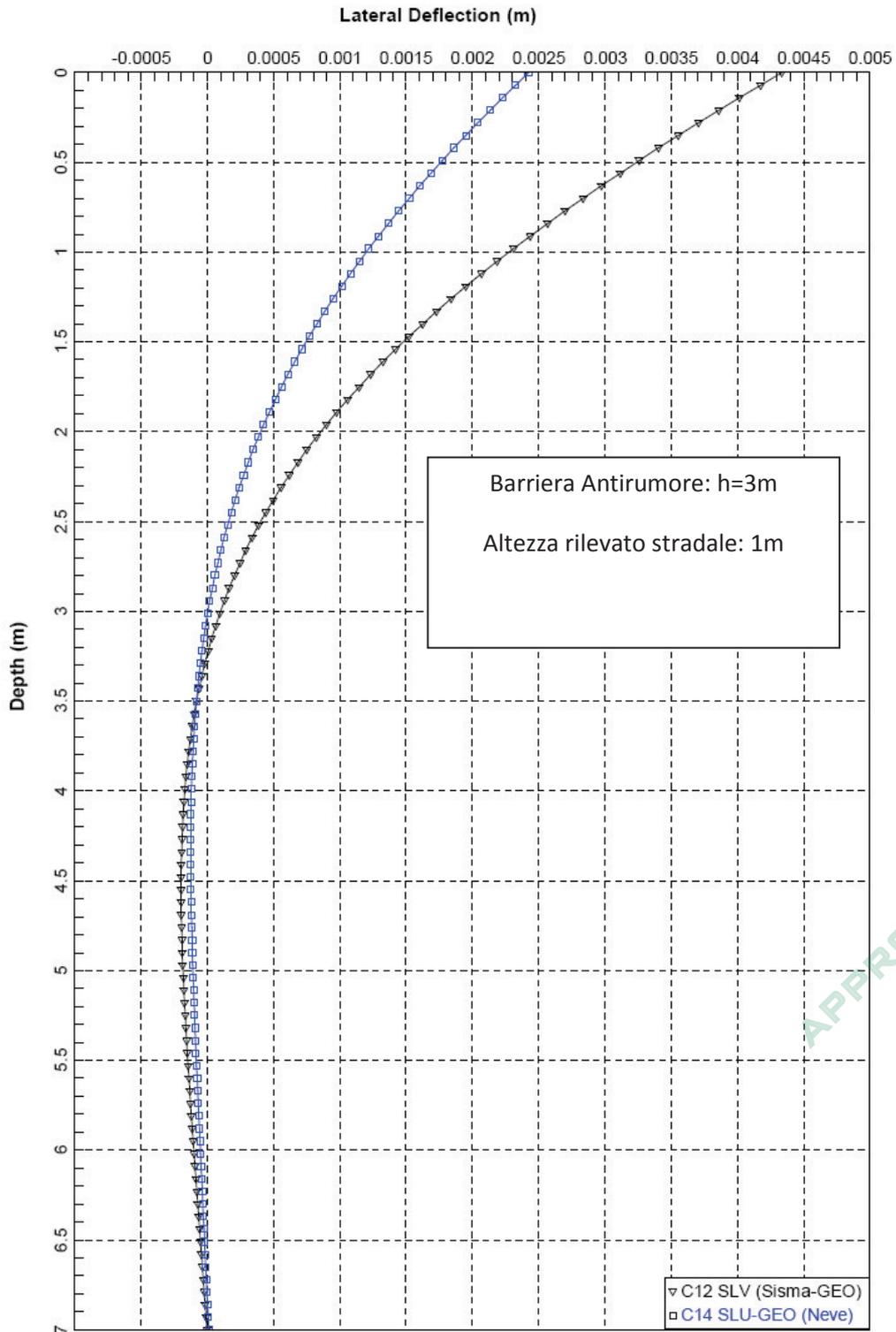


Figura 3.1 – Deformata palo (M1-R1) – Barriera Antirumore h=3m – Rilevato Stradale 1m





APPROVATO SDP

**Figura 3.2 – Deformata palo (M1-R2) – Barriera Antirumore h=3m – Rilevato Stradale 1m**

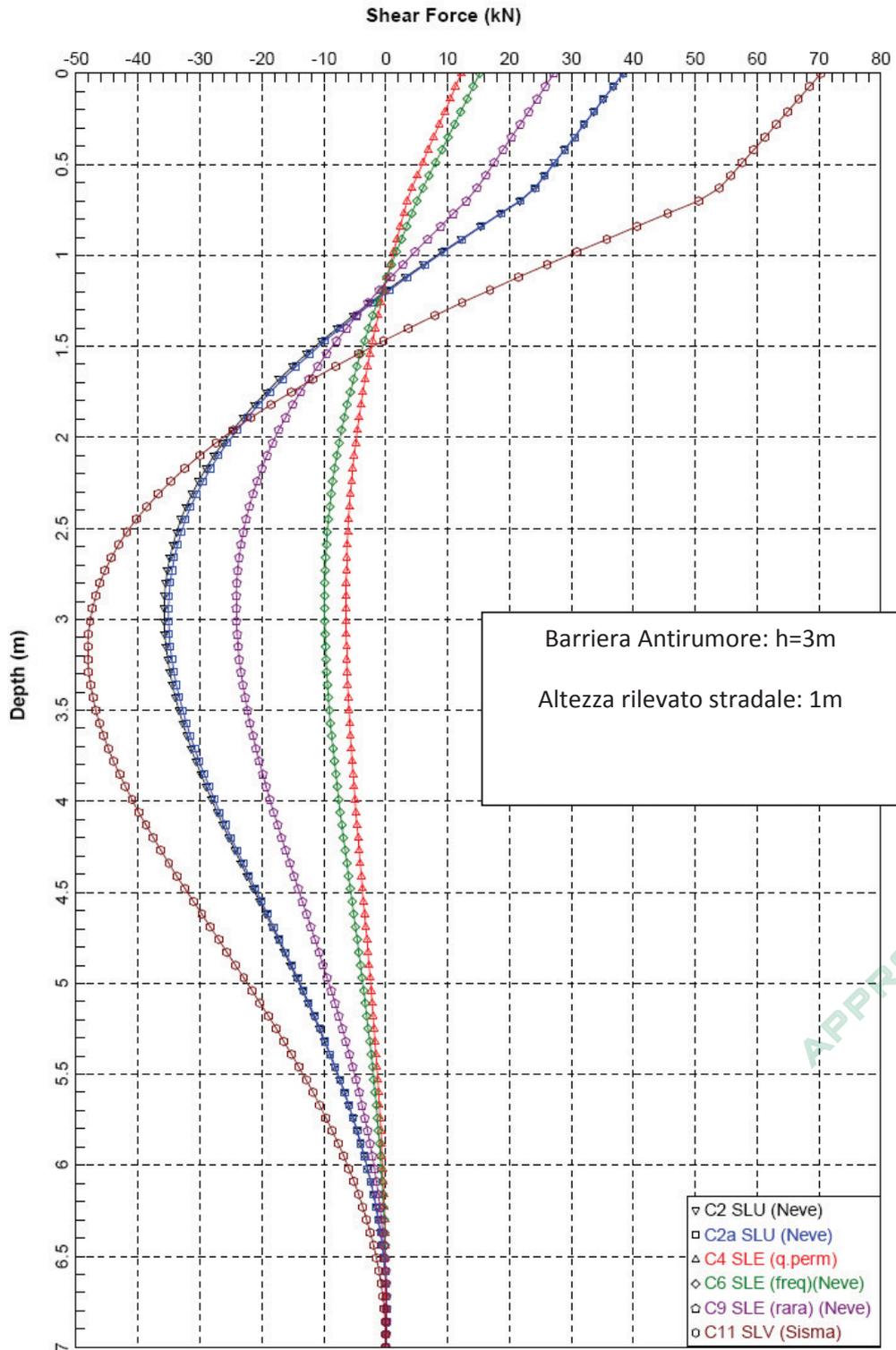
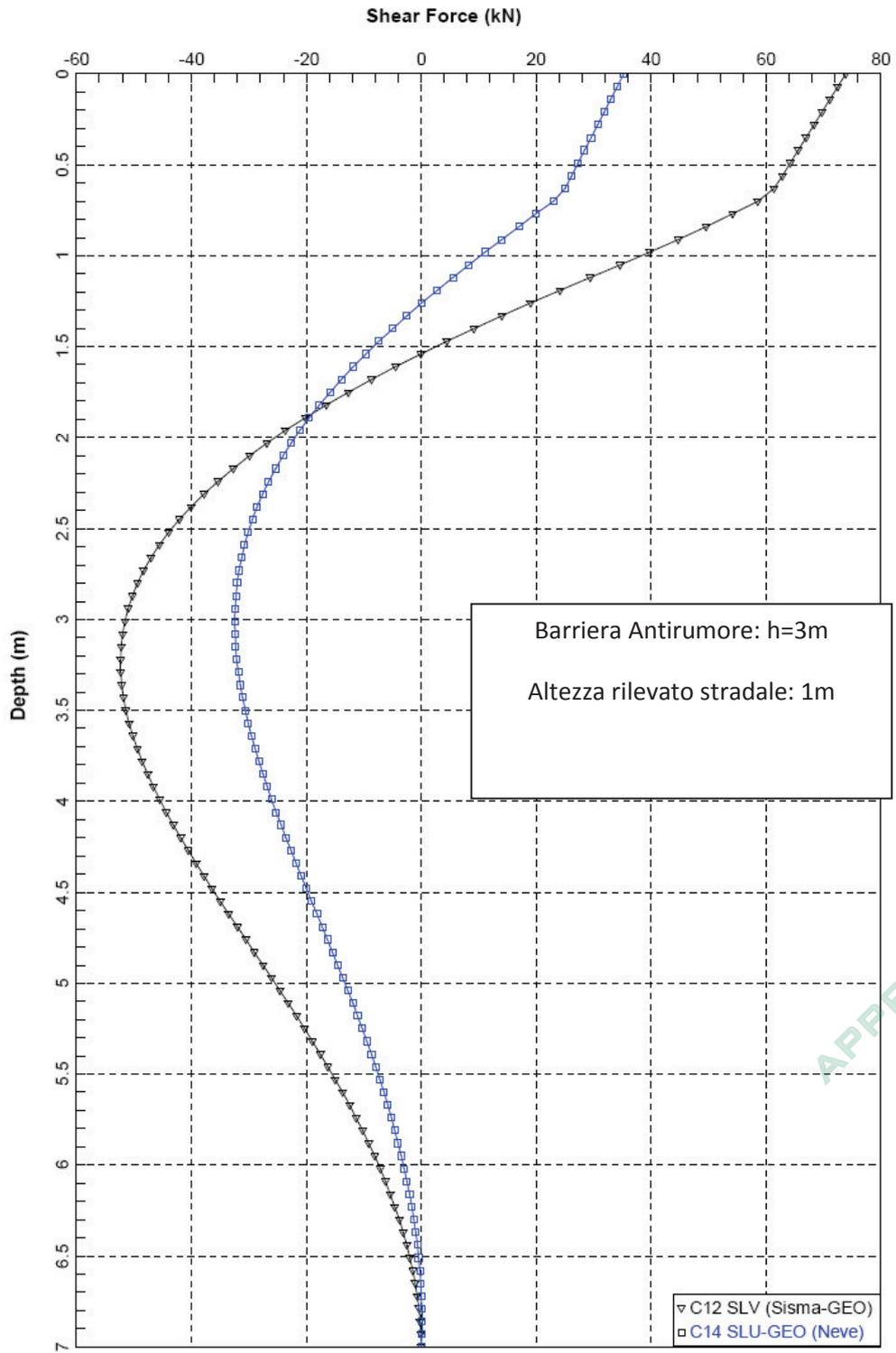


Figura 3.3 – Taglio nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 1m



**Figura 3.4** – Taglio nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 1m

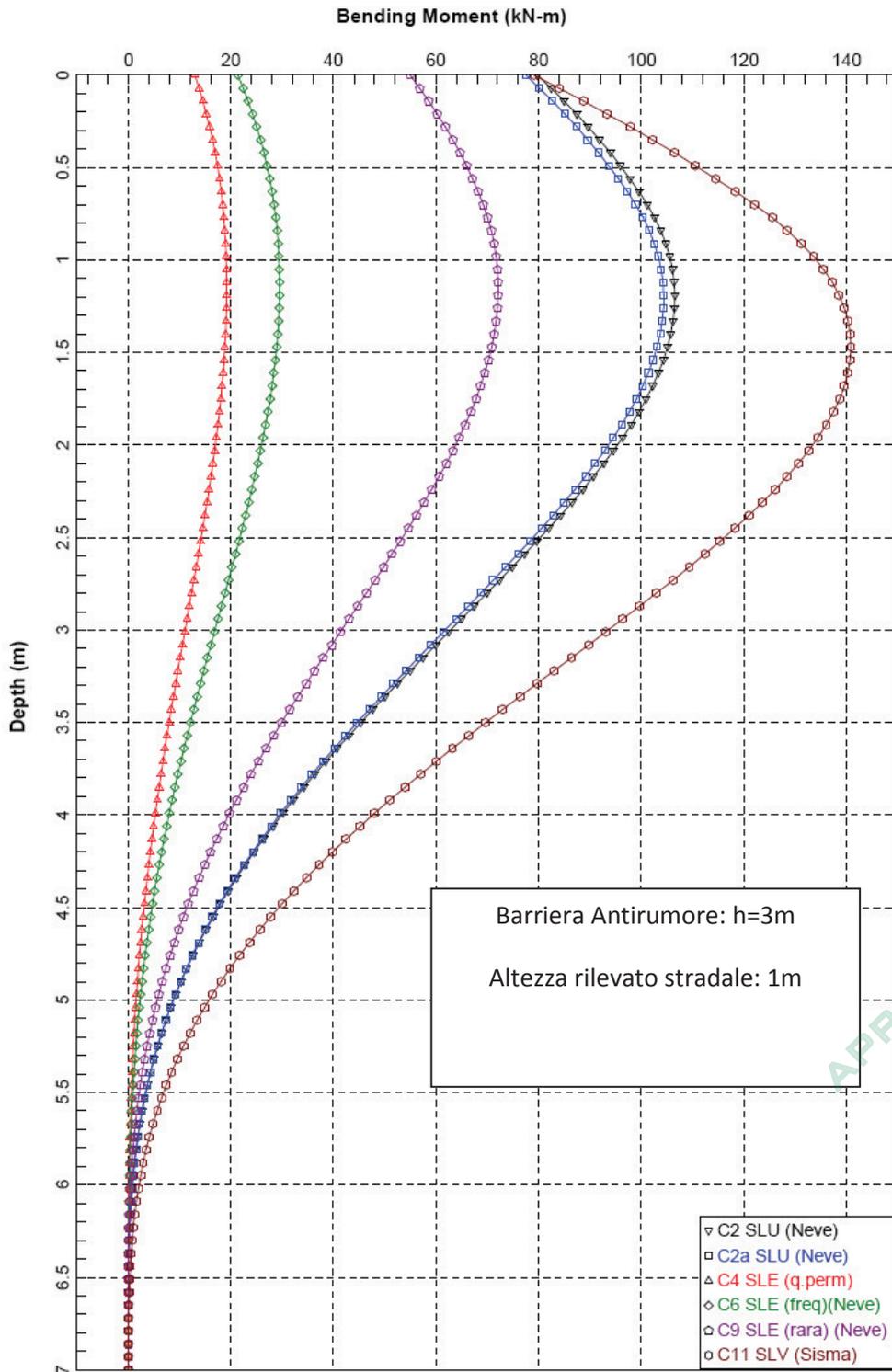
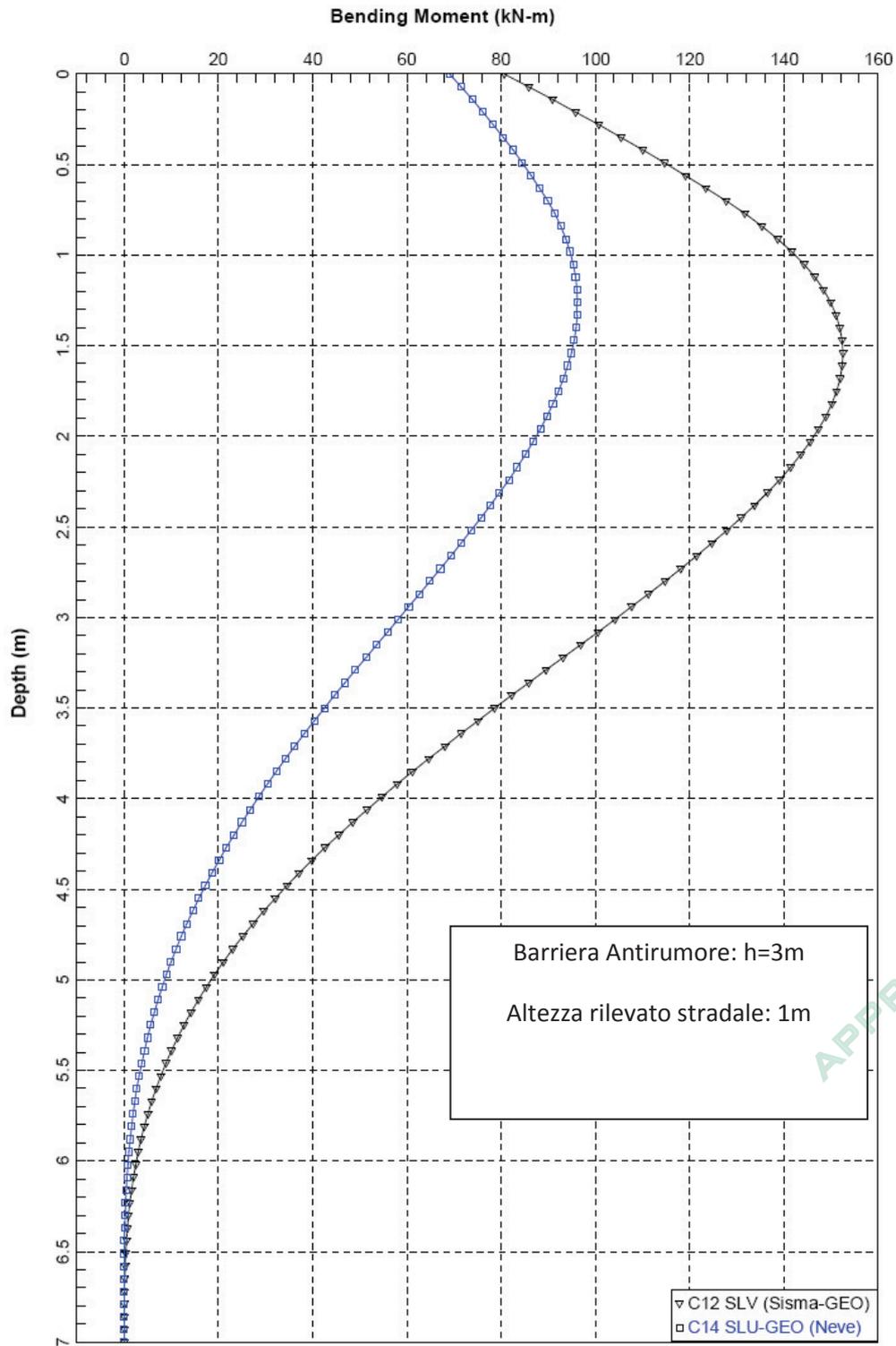
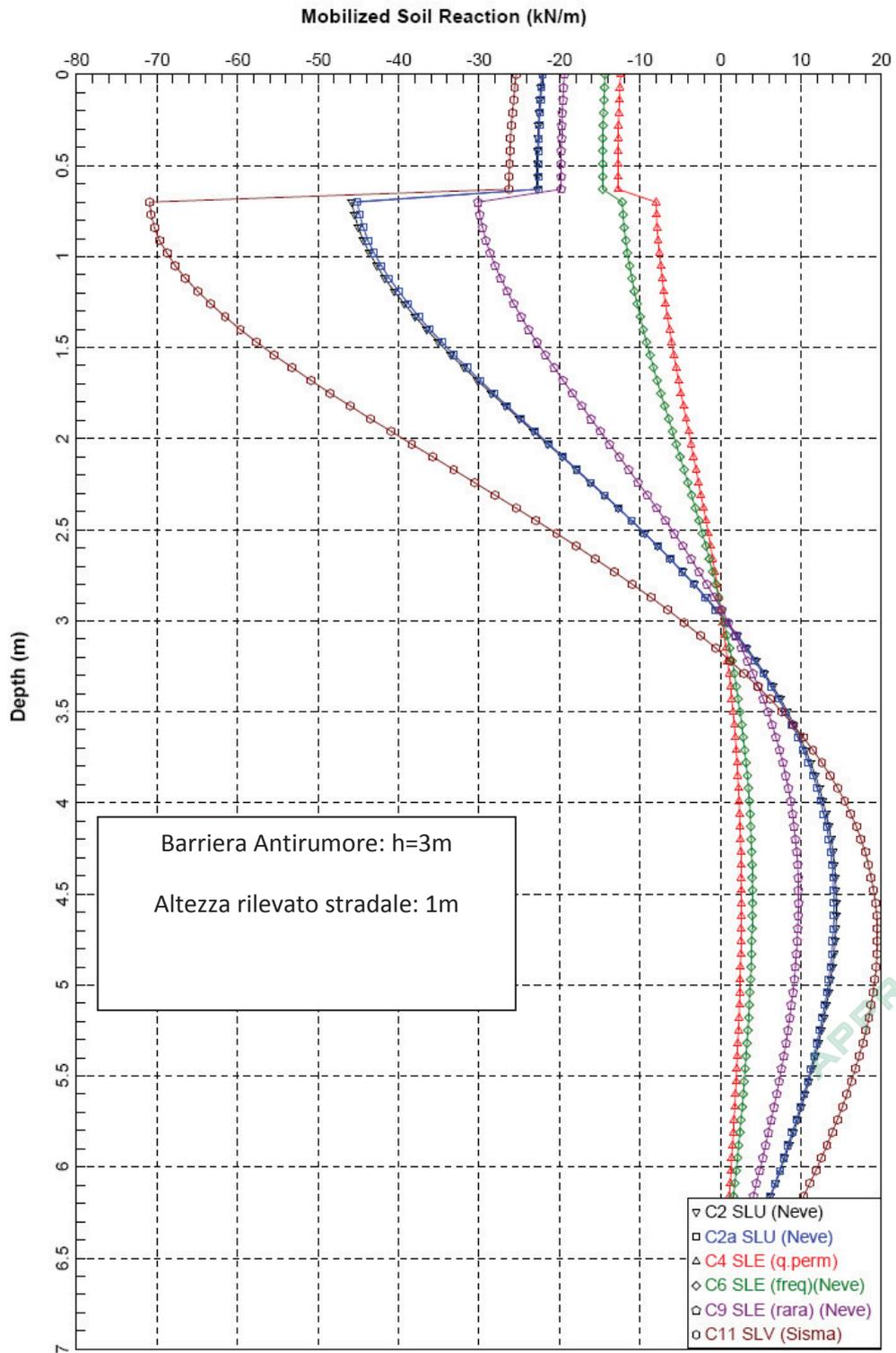


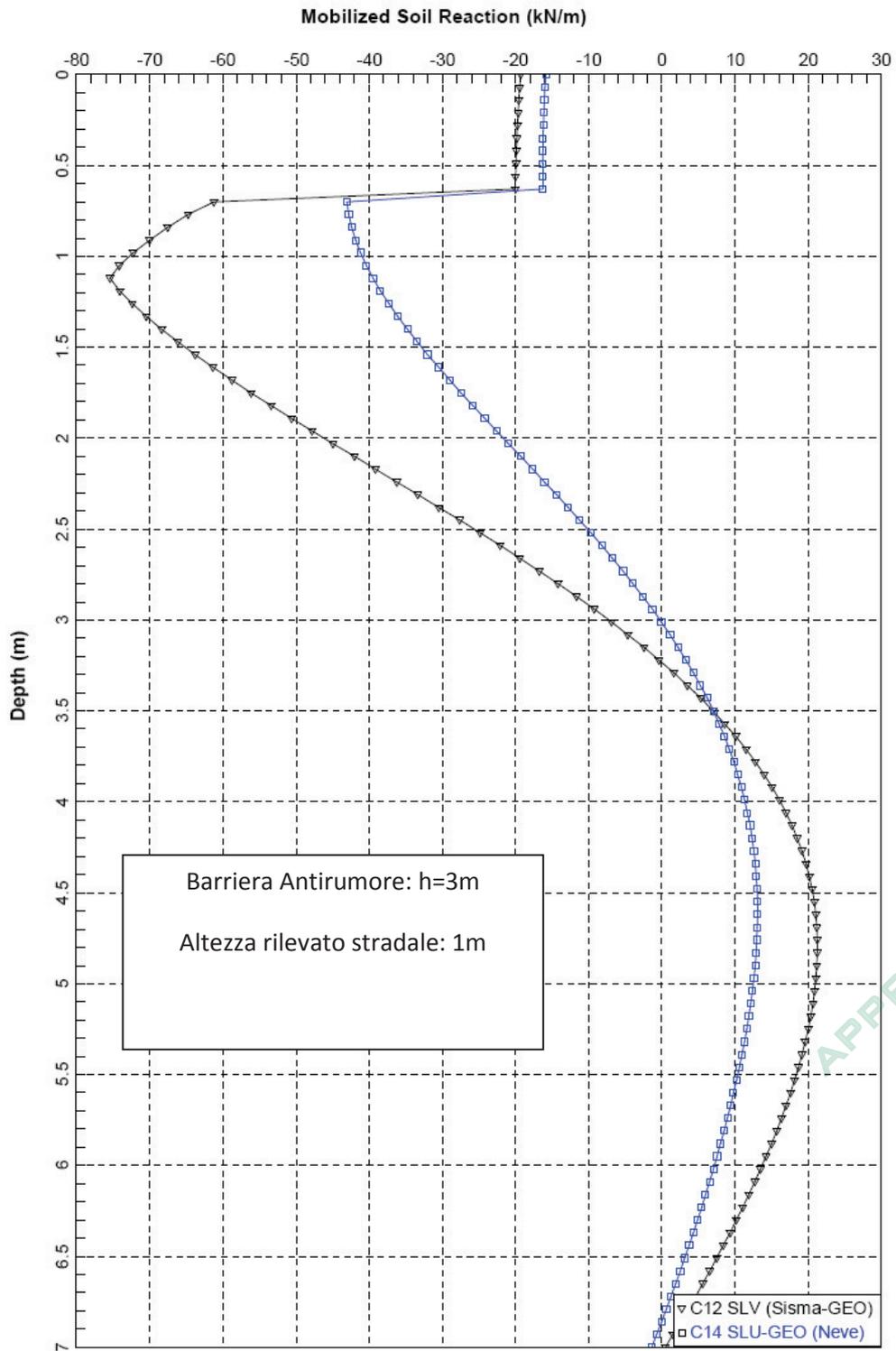
Figura 3.5 – Momento flettente nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 1m



**Figura 3.6 – Momento flettente nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 1m**



**Figura 3.7 – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 1m**



**Figura 3.8 – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 1m**

Altezza rilevato 2m

Società di Progetto  
Brebemi SpA



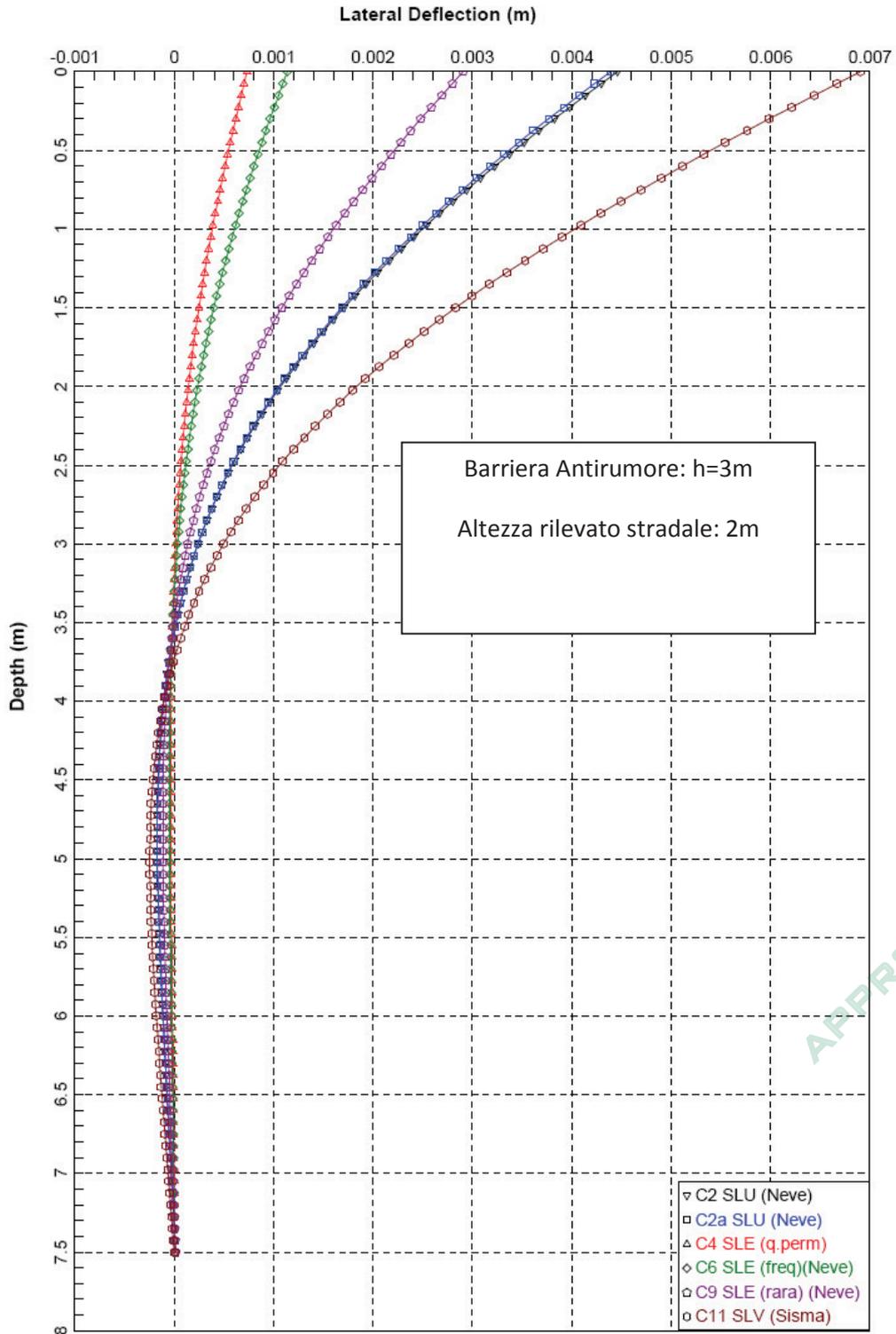
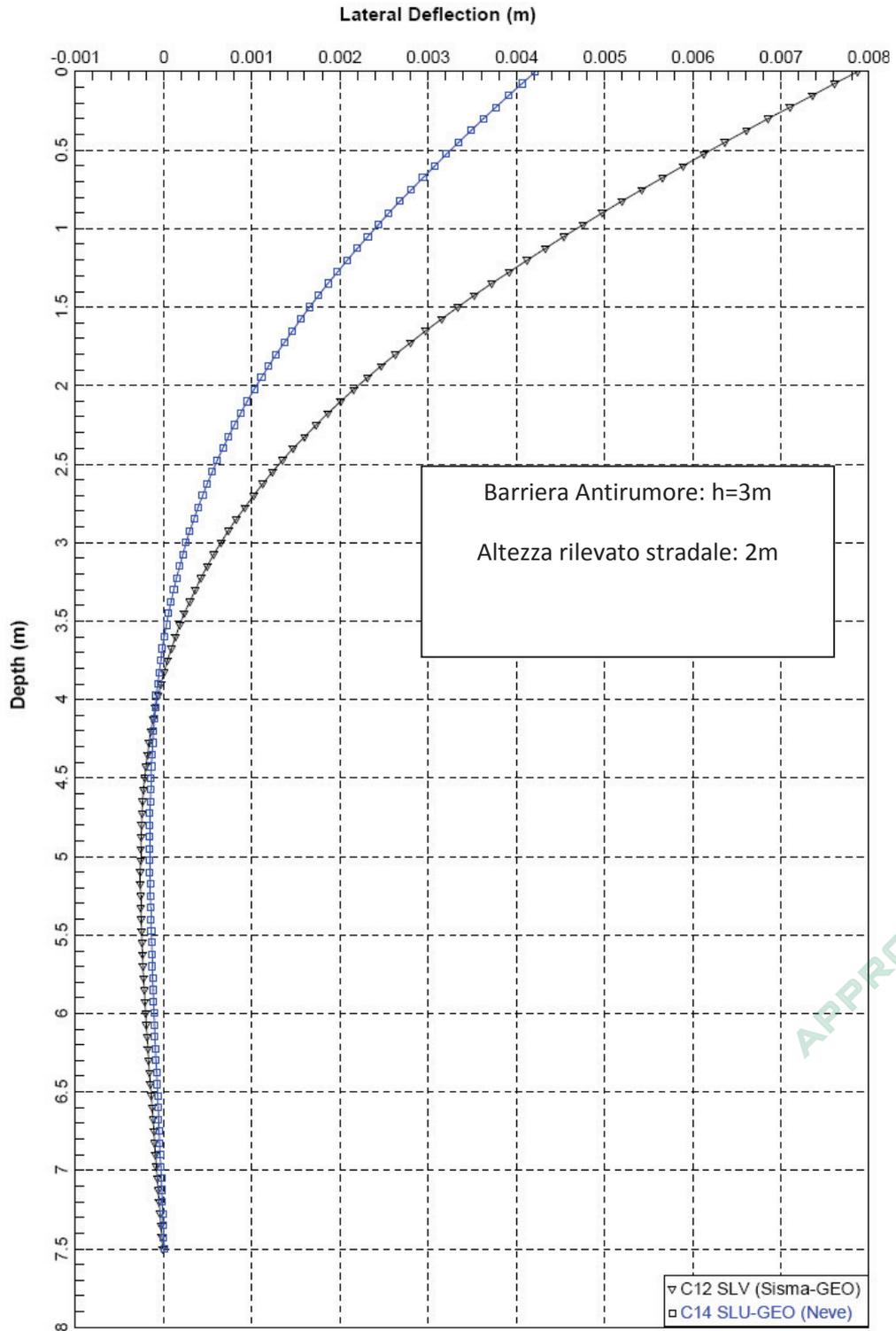


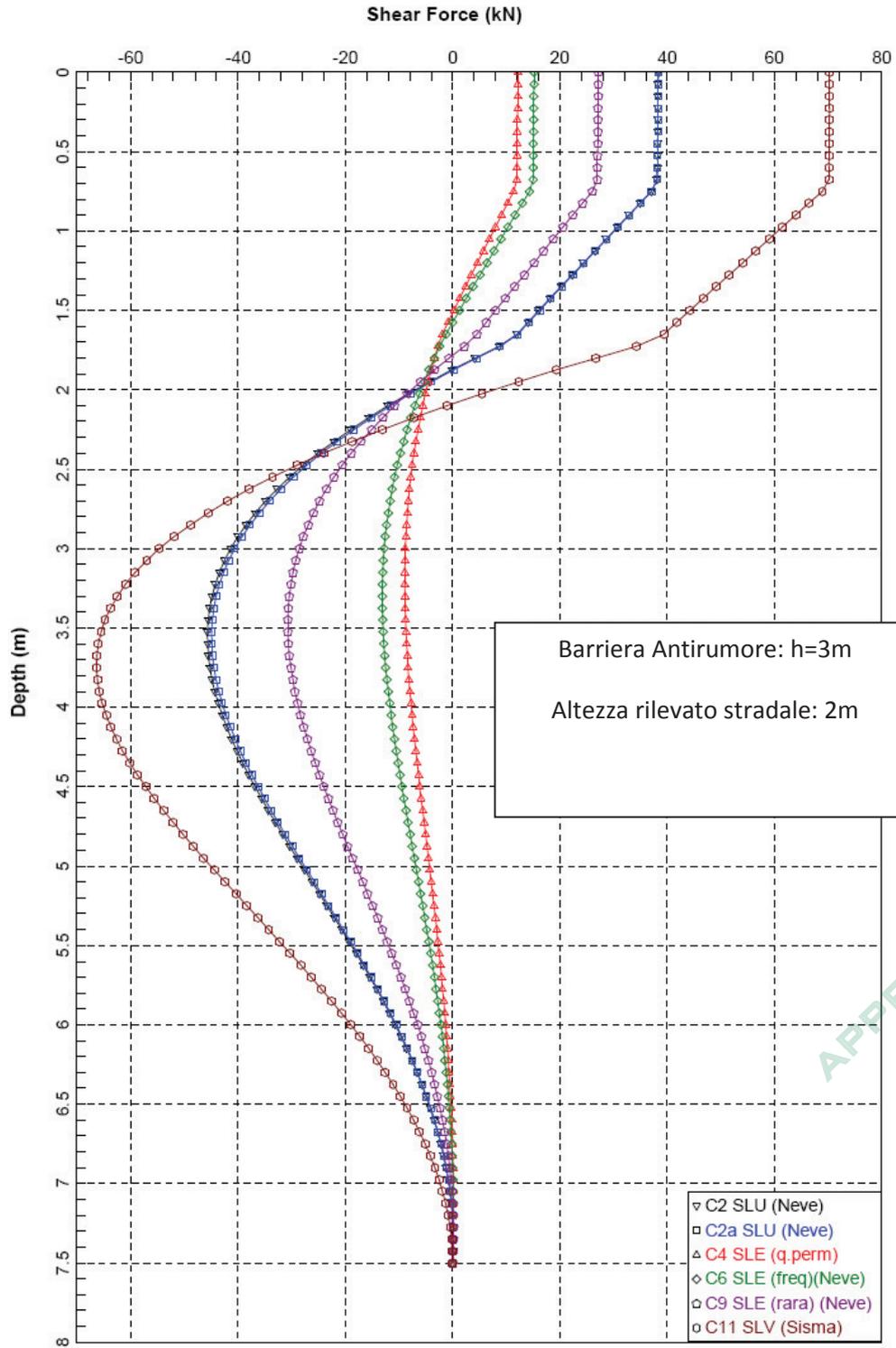
Figura 3.9 – Deformata palo (M1-R1) – Barriera Antirumore h=3m – Rilevato Stradale 2m



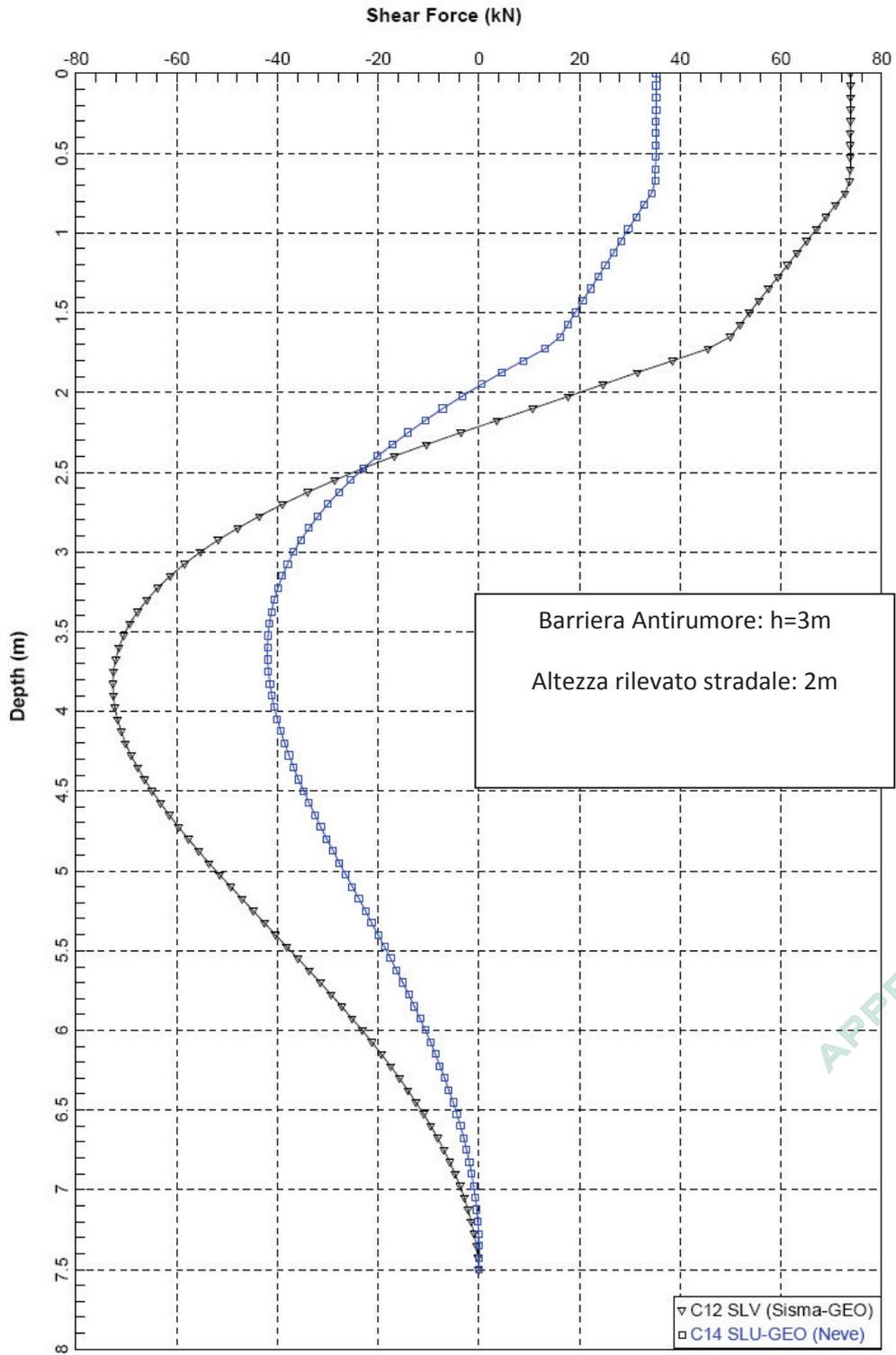
APPROVATO SDP

**Figura 3.10 – Deformata palo (M1-R2) – Barriera Antirumore h=3m – Rilevato Stradale 2m**

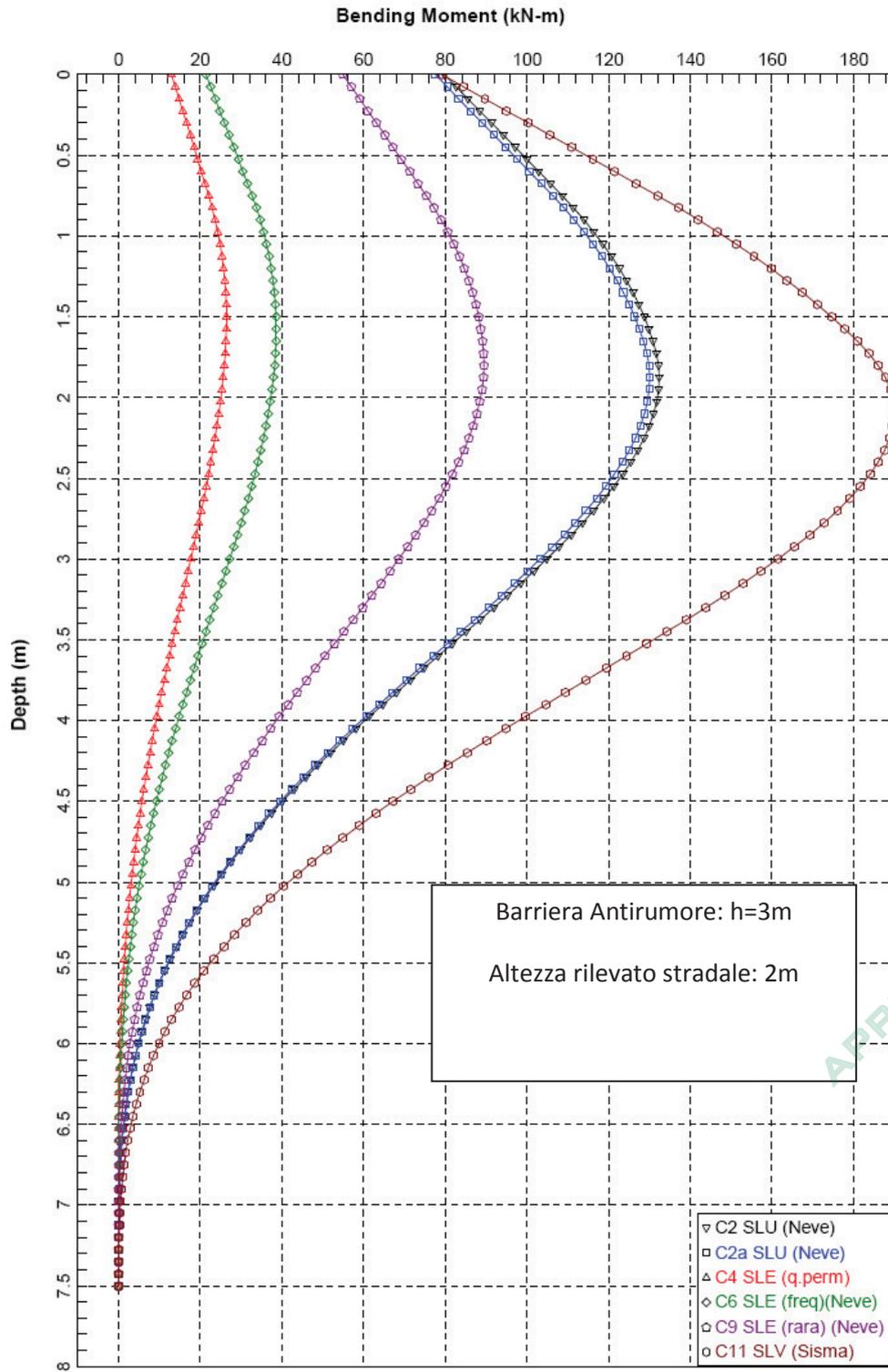




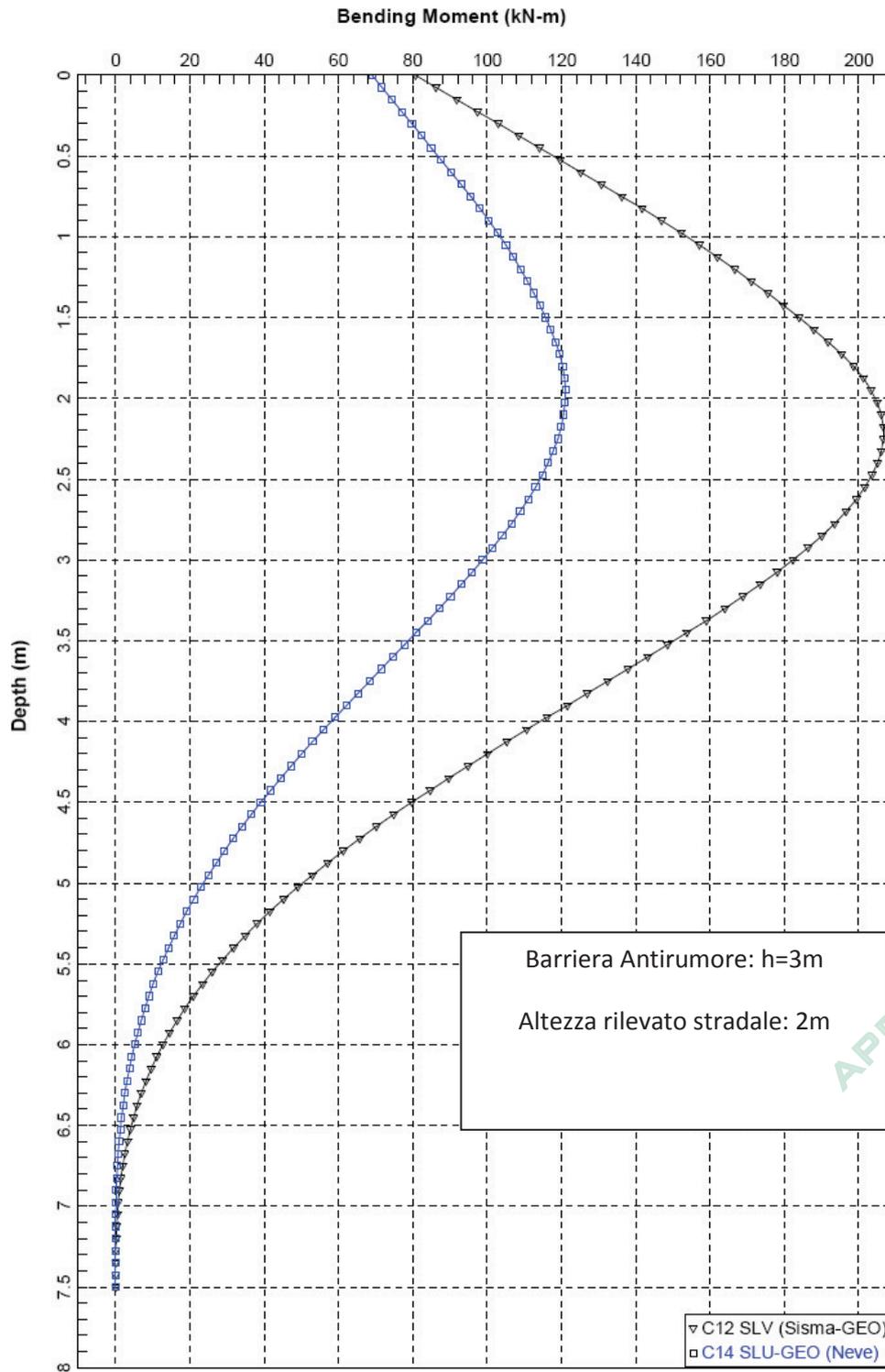
**Figura 3.11** – Taglio nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 2m



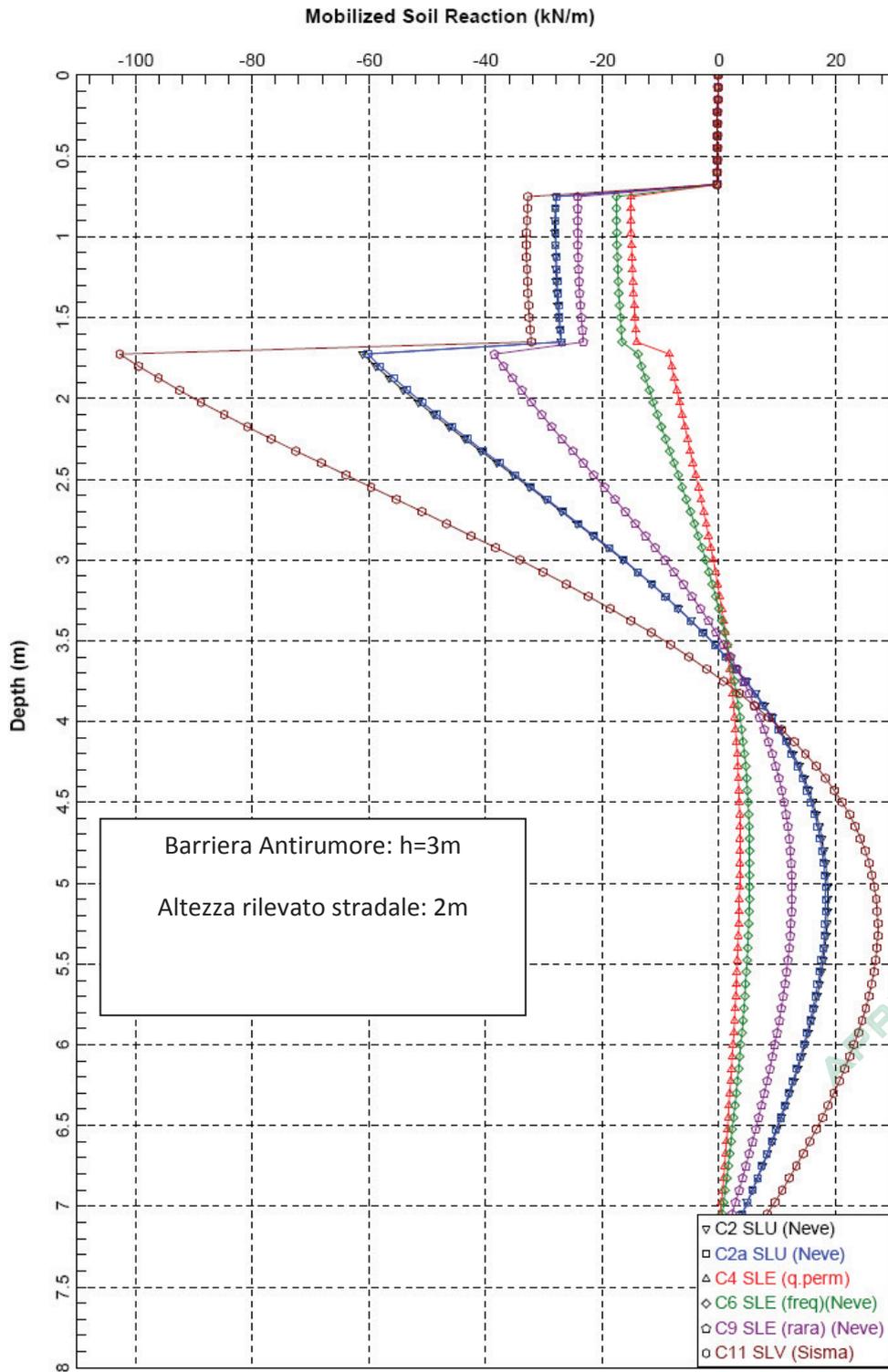
**Figura 3.12** – Taglio nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 2m



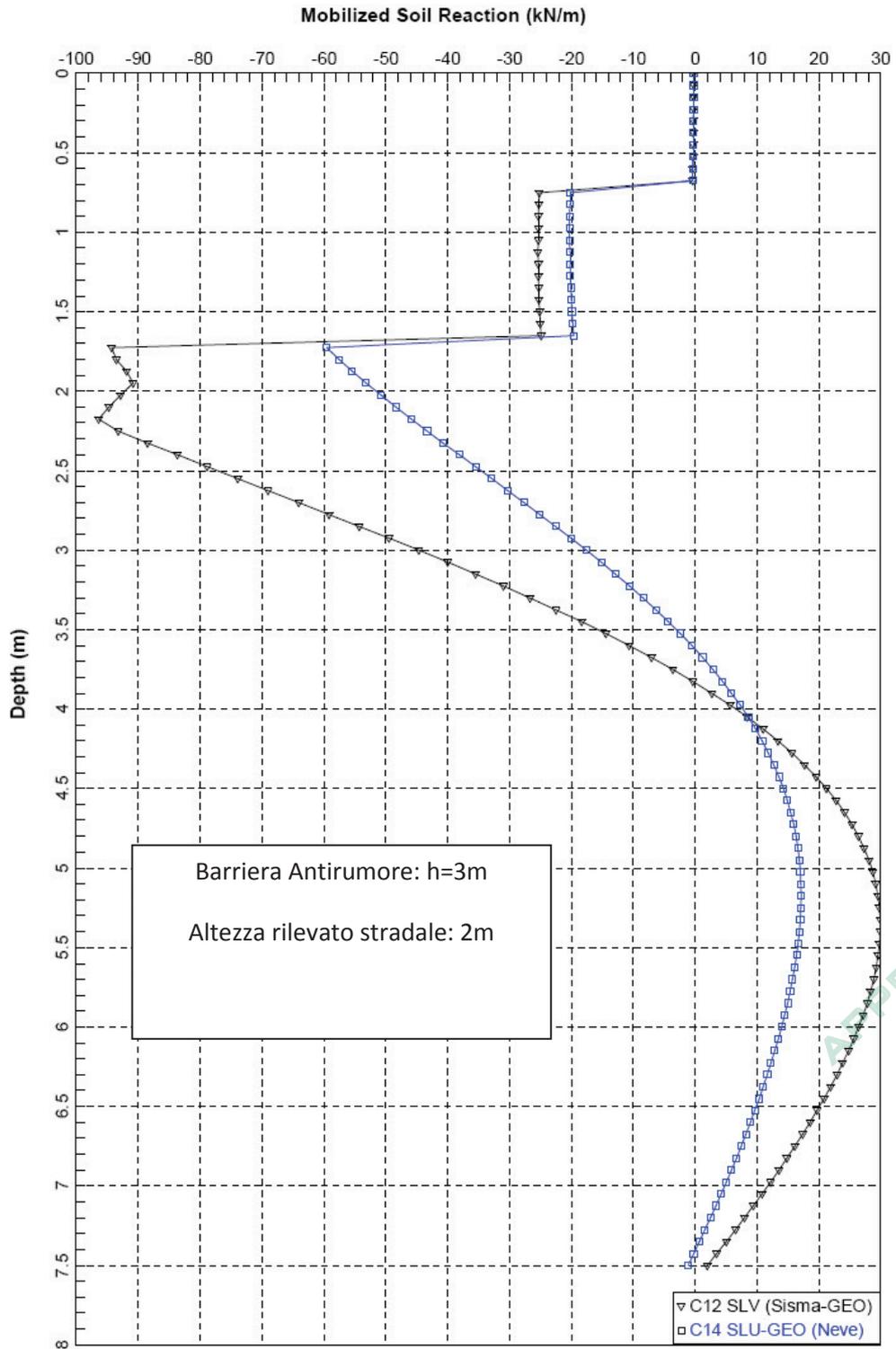
**Figura 3.13 – Momento flettente nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 2m**



**Figura 3.14 – Momento flettente nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m**



**Figura 3.15** – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 2m



**Figura 3.16 – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 2m**

Altezza rilevato 3m

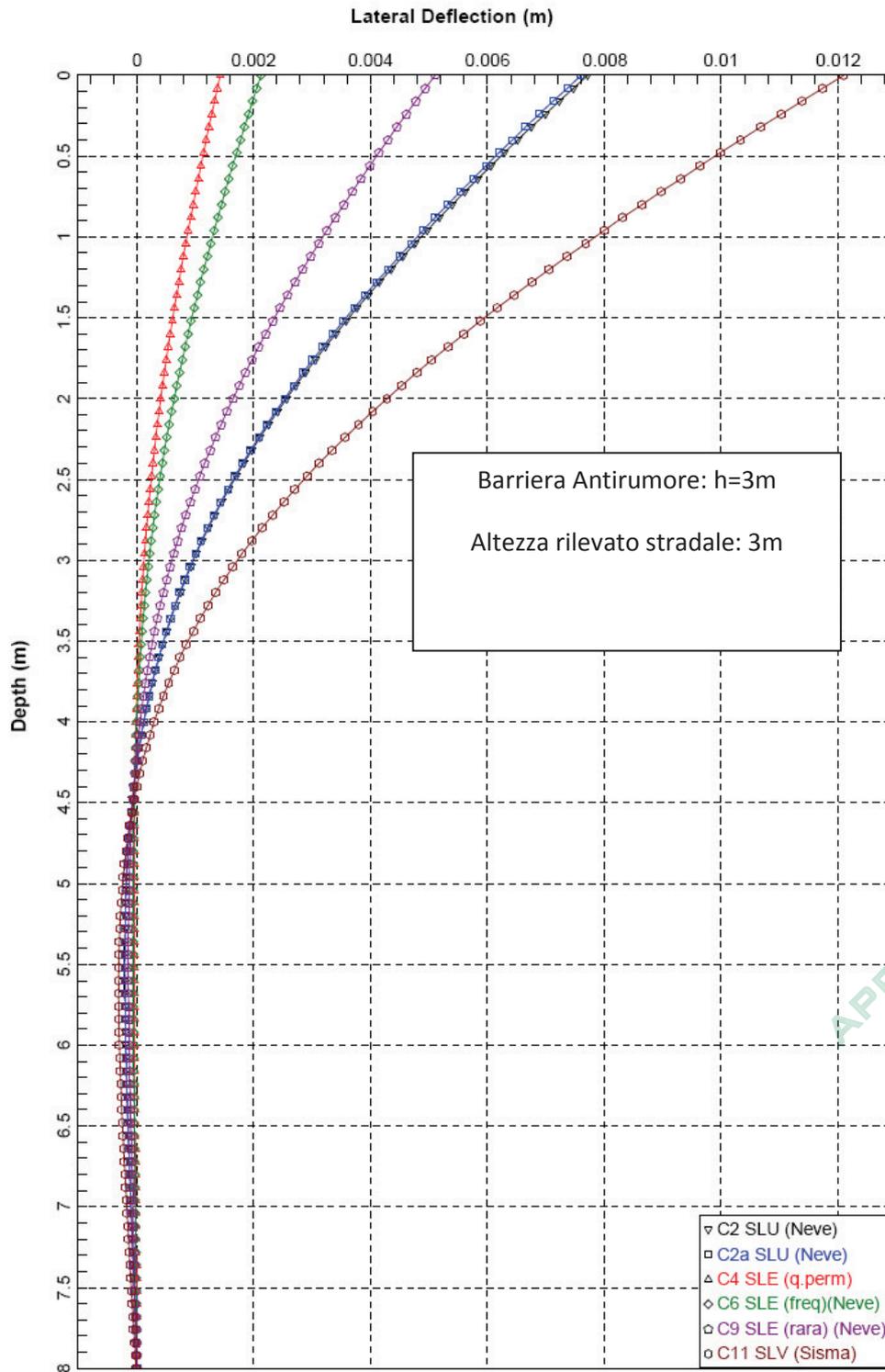
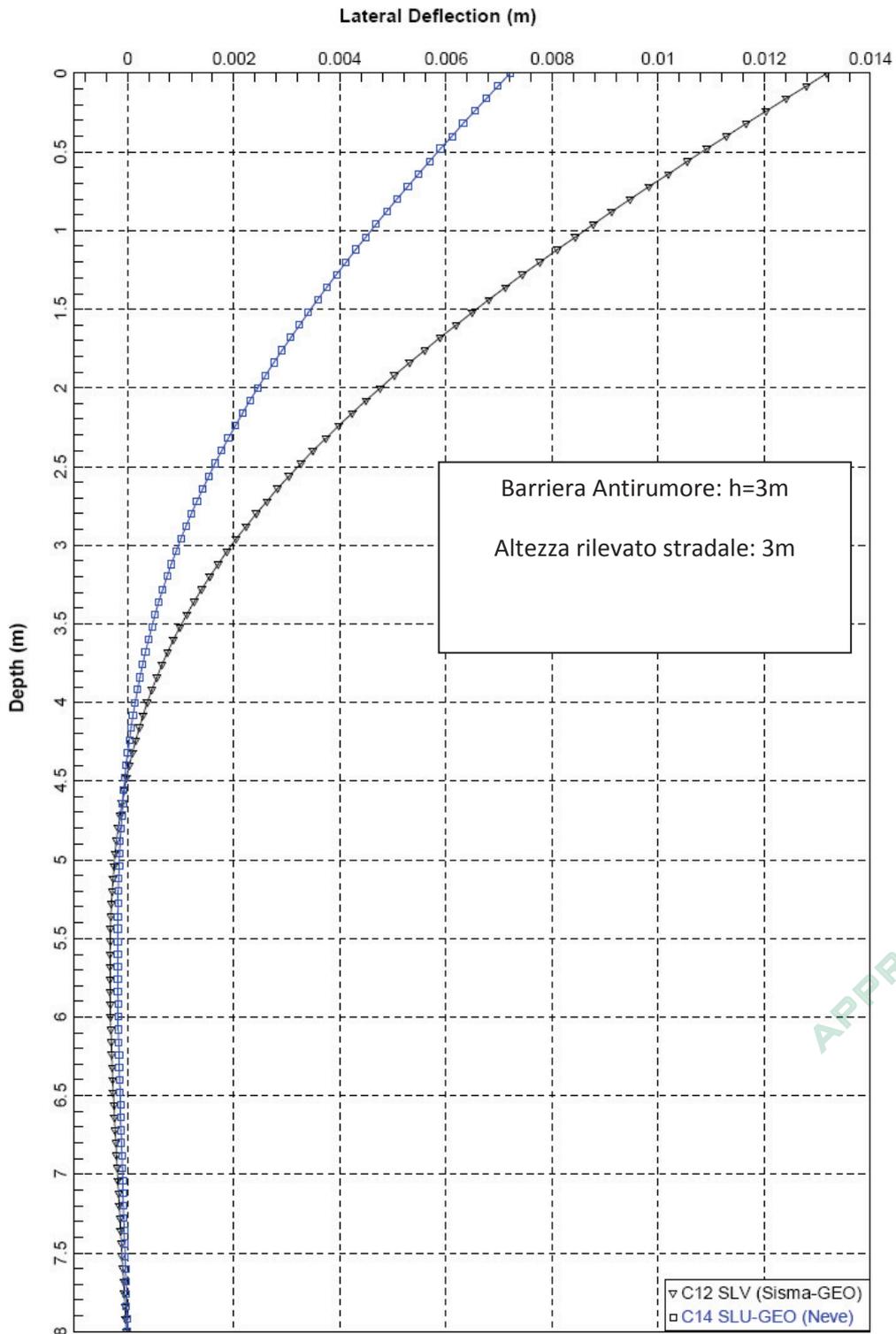


Figura 3.17 – Deformata palo (M1-R1) – Barriera Antirumore h=3m – Rilevato Stradale 3m

Società di Progetto  
Brebemi SpA

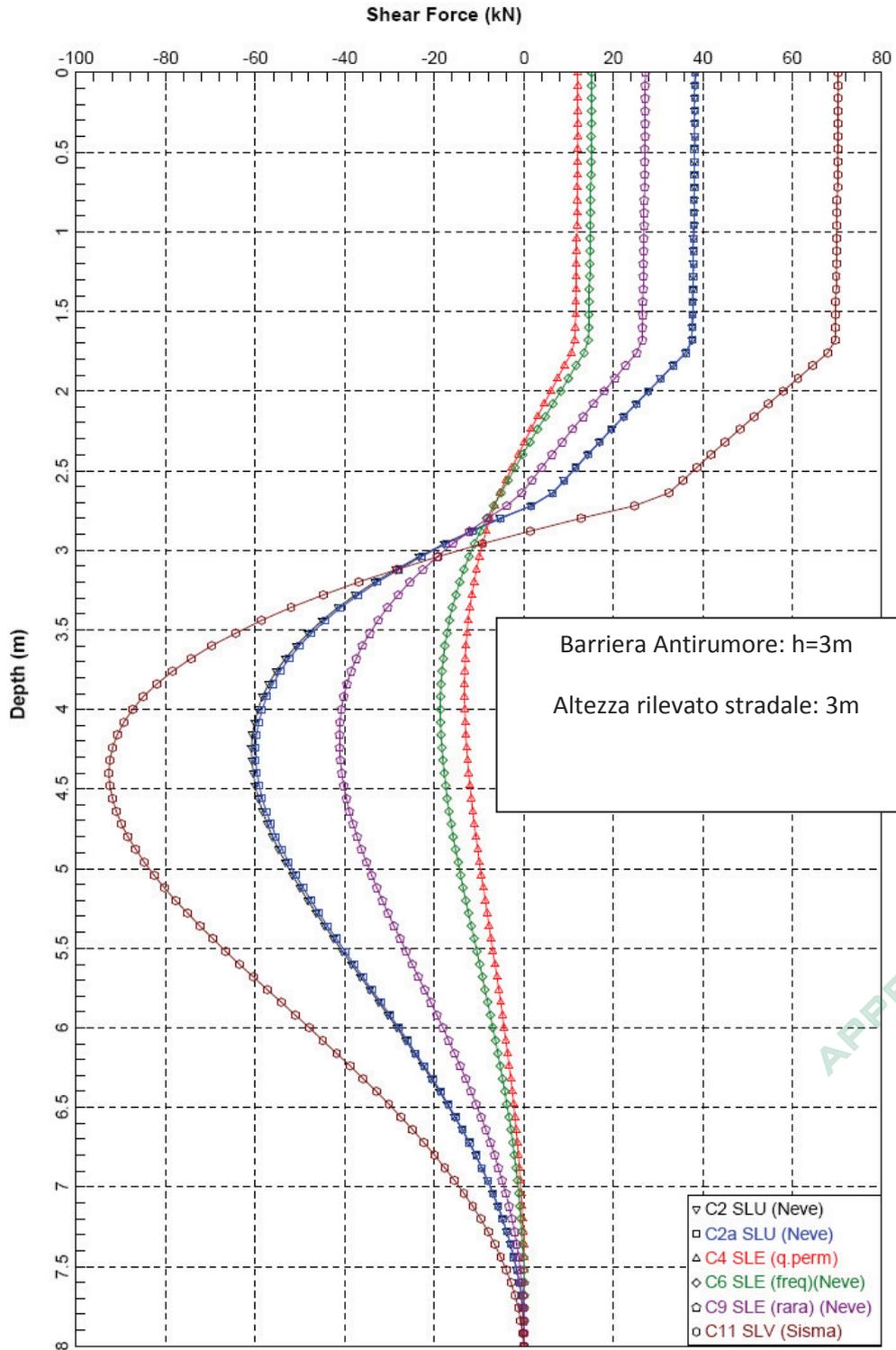




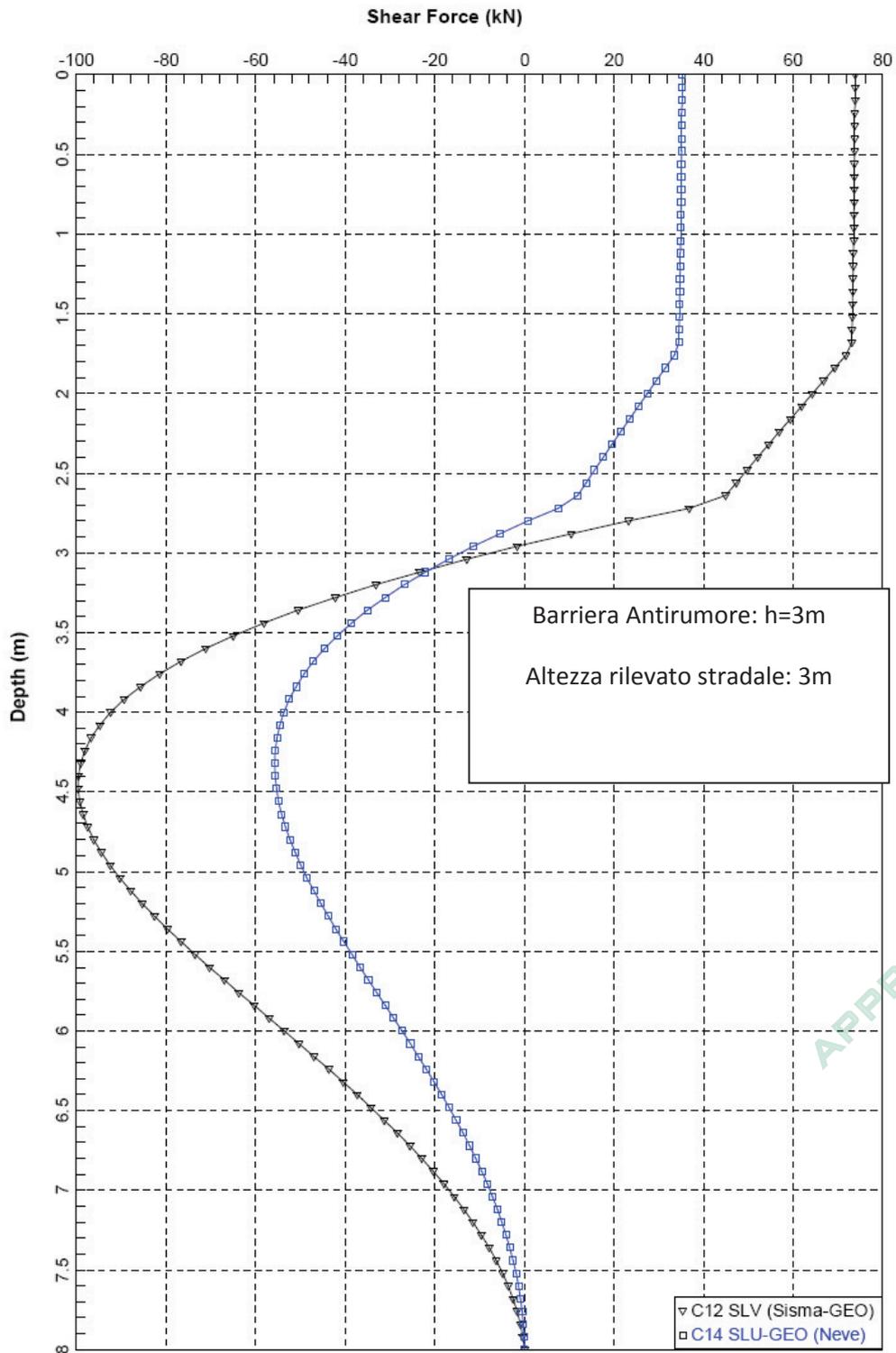
APPROVATO SDP

**Figura 3.18 – Deformata palo (M1-R2) – Barriera Antirumore h=3m – Rilevato Stradale 3m**

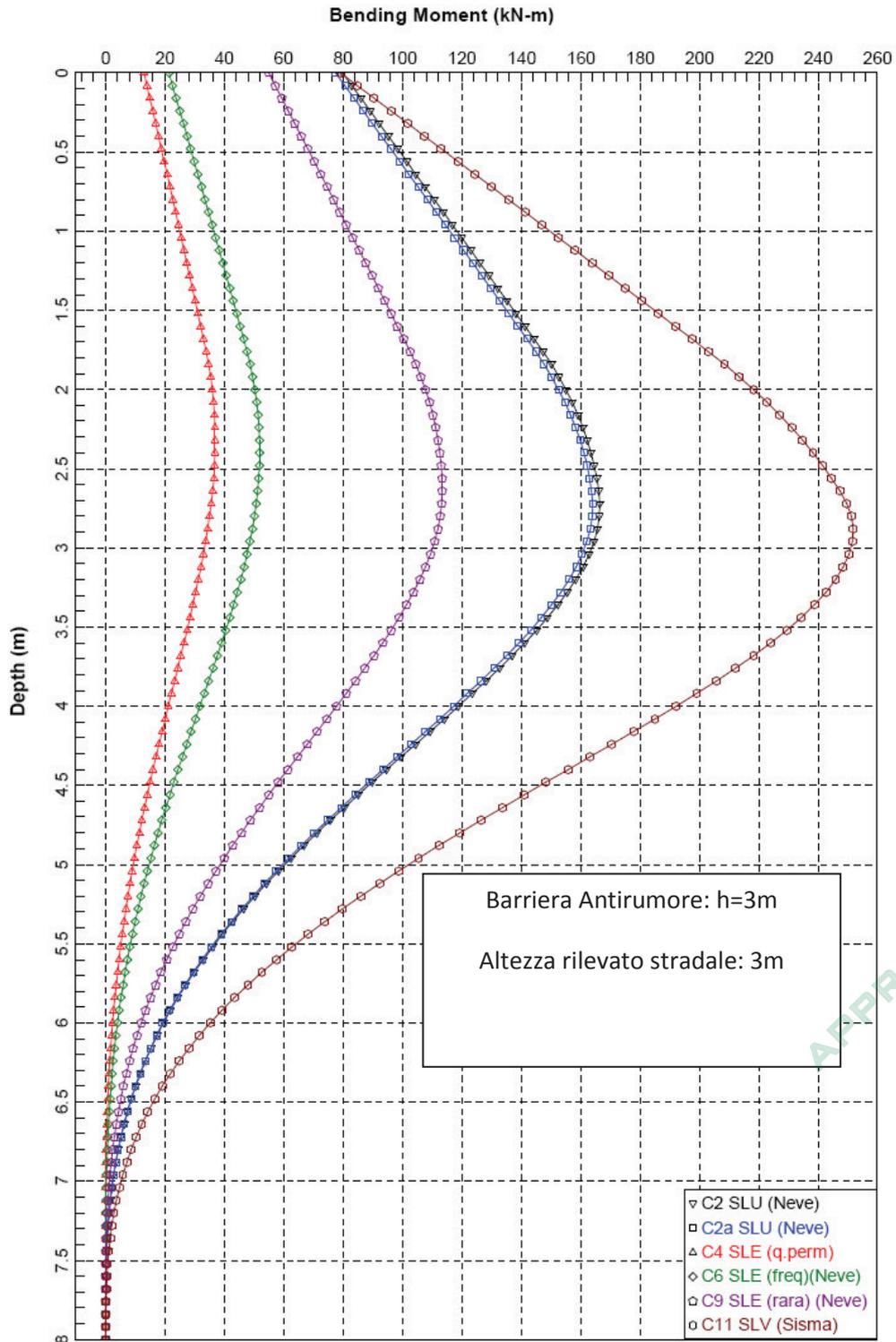




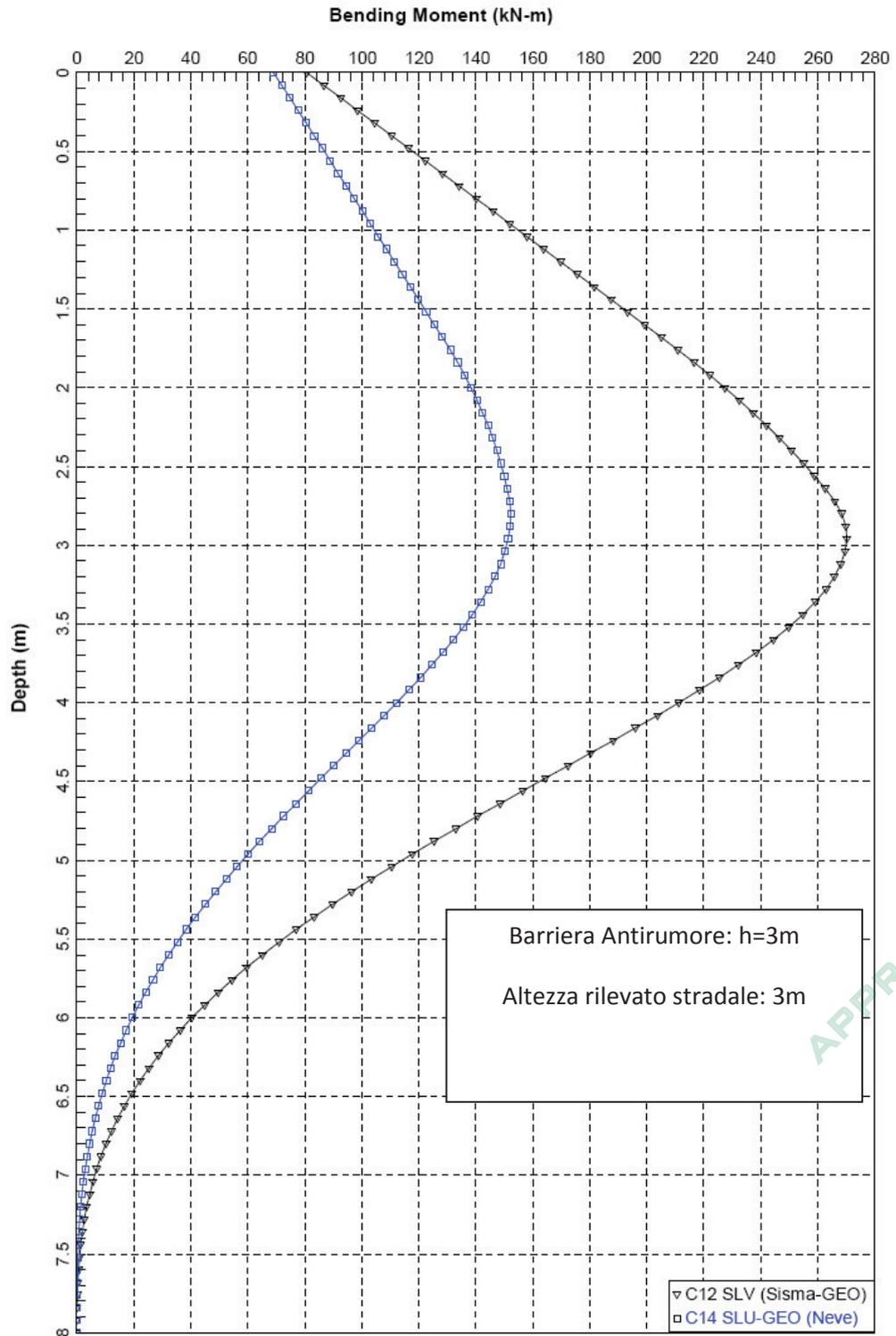
**Figura 3.19** – Taglio nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m



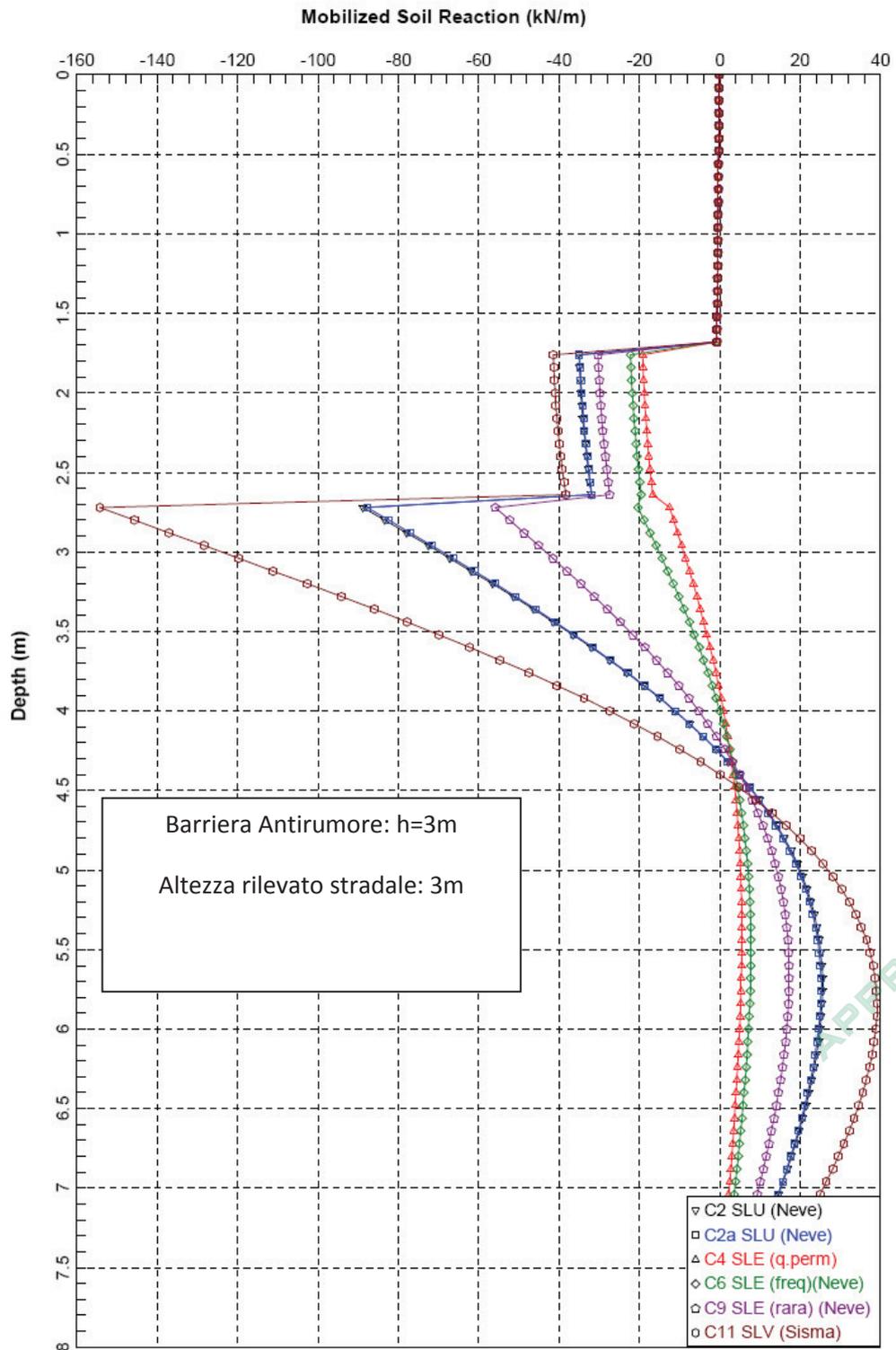
**Figura 3.20** – Taglio nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m



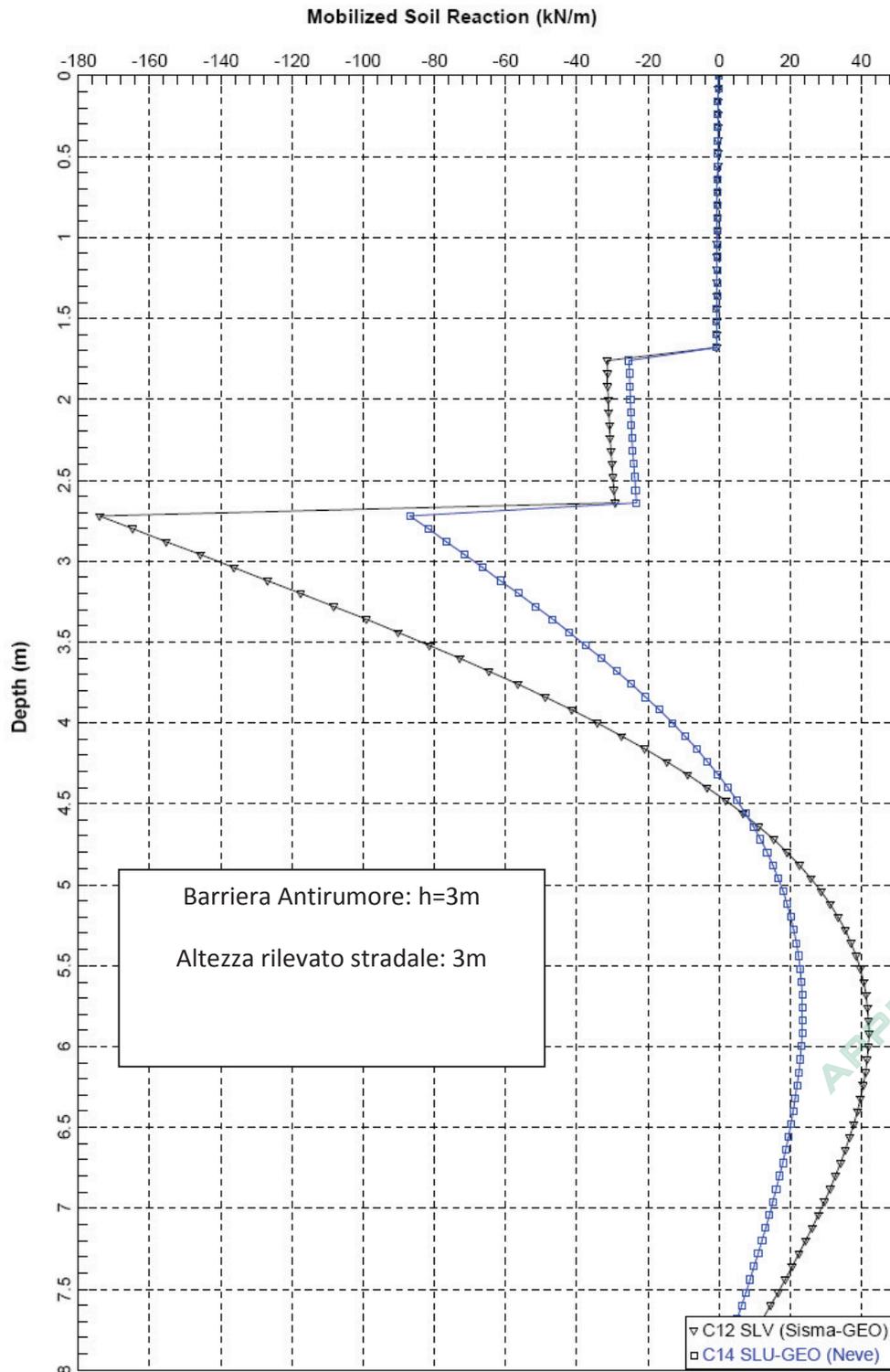
**Figura 3.21 – Momento flettente nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m**



**Figura 3.22 – Momento flettente nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m**



**Figura 3.23** – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R1) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m



**Figura 3.24** – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R2) - Barriera Antirumore h=3m - Rilevato Stradale 3m

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	60404-00010-A00.doc	04RODII100010000000900A	00	33 di 120

### 3.1.3 Comportamento del palo nei confronti dei carichi assiali

Sulla base dei casi considerati nel paragrafo precedente, si riportano i diagrammi delle resistenze di progetto ai carichi verticali, determinati sulla base di quanto riportato al §2.2.

Riassumendo:

Rilevato 1m:	Approccio 1 – Combinazione 1	Figura 3.25;
	Approccio 1 – Combinazione 2	Figura 3.26;
Rilevato 2m:	Approccio 1 – Combinazione 1	Figura 3.27;
	Approccio 1 – Combinazione 2	Figura 3.28;
Rilevato 3m:	Approccio 1 – Combinazione 1	Figura 3.29;
	Approccio 1 – Combinazione 2	Figura 3.30.

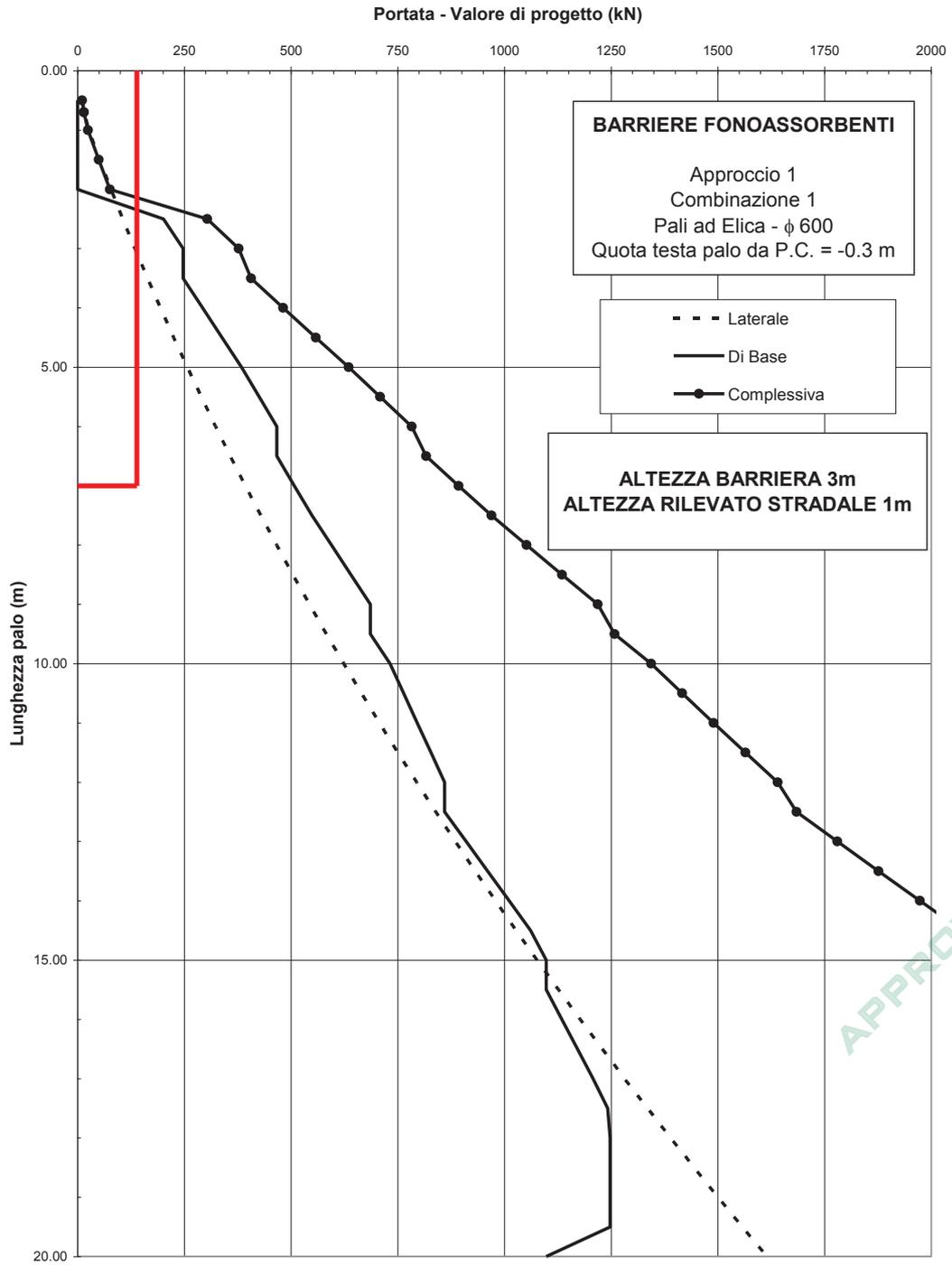
Nei grafici di cui sopra sono riportati anche i carichi verticali di progetto (linea rossa).

Da come si può dedurre dai grafici in allegato, la verifica per carichi verticali non risulta mai dimensionante nei riguardi della lunghezza dei pali.

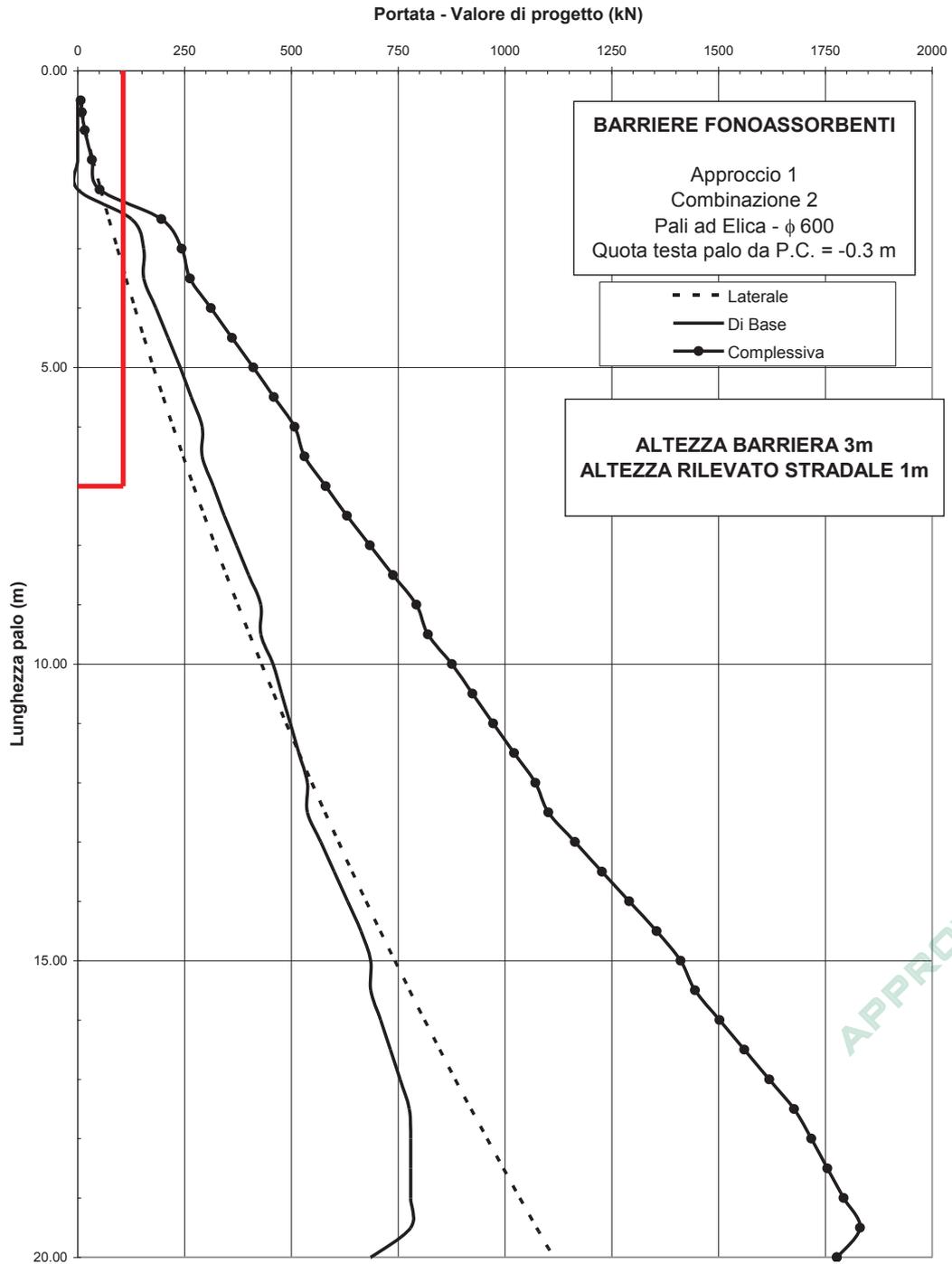
APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

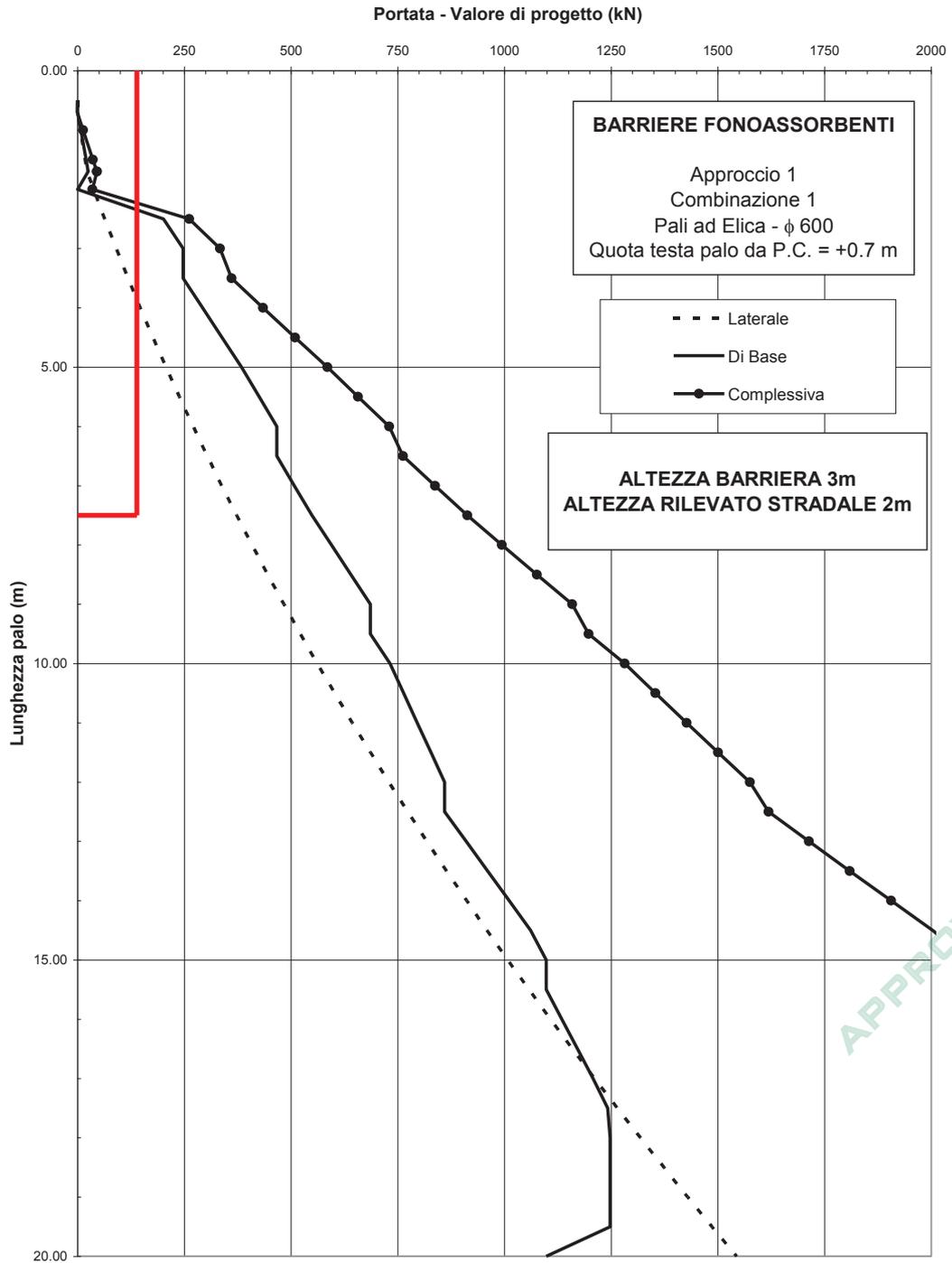


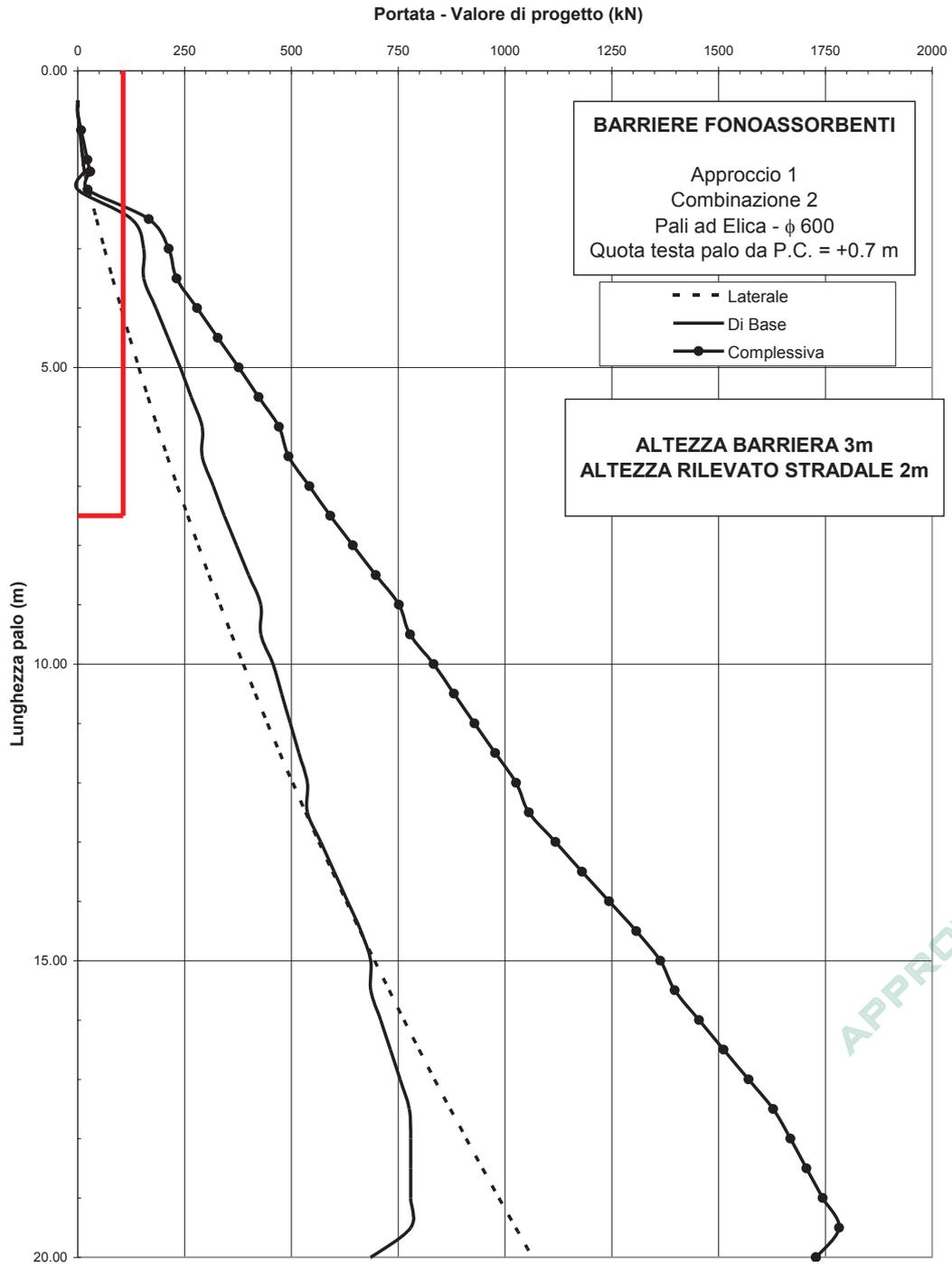
**Figura 3.25** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 1 – Barriera h=3m – Rilevato altezza 1m



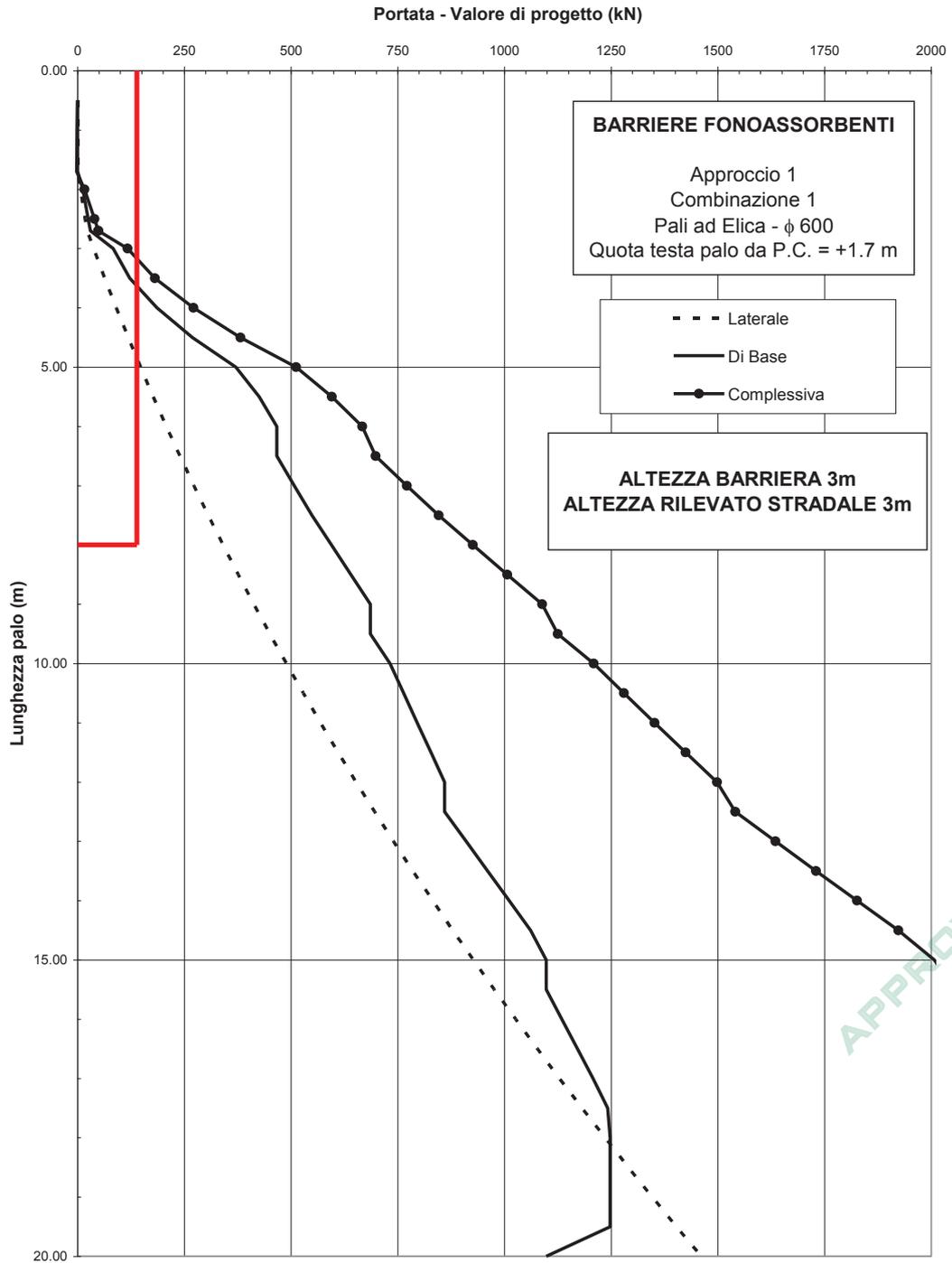
**Figura 3.26** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 2 – Barriera h=3m – Rilevato altezza 1m



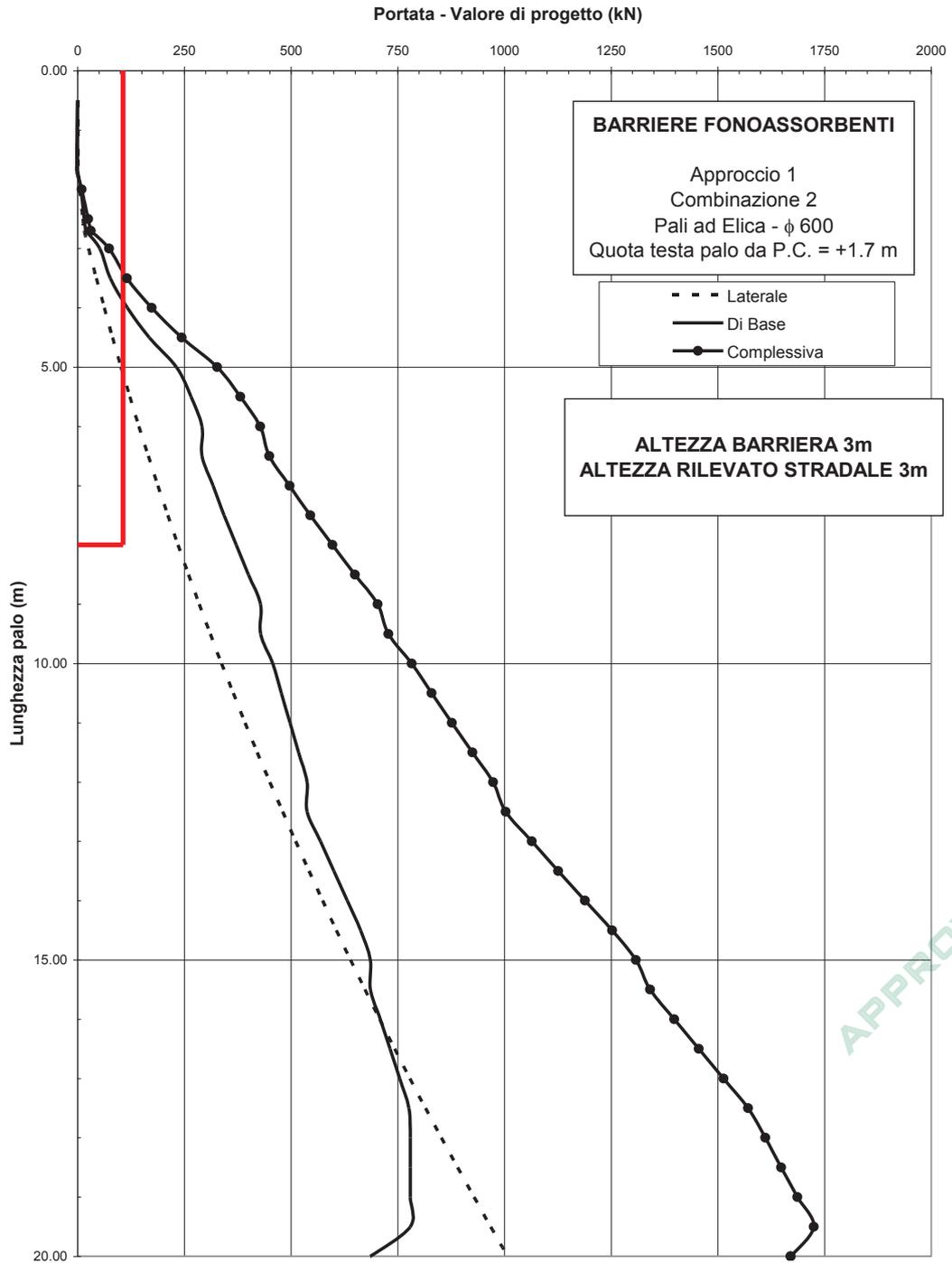
**Figura 3.27** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 1 – Barriera h=3m – Rilevato altezza 2m



**Figura 3.28** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 2 – Barriera h=3m – Rilevato altezza 2m



**Figura 3.29** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 1 – Barriera h=3m – Rilevato altezza 3m



**Figura 3.30** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 2 – Barriera h=3m – Rilevato altezza 3m

### 3.1.4 Riepilogo lunghezze minime dei pali di fondazione

Sulla base delle verifiche effettuate nei paragrafi precedenti, si sono determinate le seguenti lunghezze minime dei pali di fondazione per le barriere di altezza pari a 3m:

H barriera (m)	h rilevato (m)	Spessore materiale coesivo superficiale	Combinazione dimensionante	L palo ril (m)	L palo terreno (m)	L palo tot (m)
3.0	1	1m	SLV (Sisma-GEO)	0.0	7.0	7.0
	2	1m	SLV (Sisma-GEO)	0.7	6.8	7.5
	3	1m	SLV (Sisma-GEO)	1.7	6.3	8.0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



## 3.2 Barriere antirumore di altezza pari a 4m

### 3.2.1 Azioni di progetto a testa palo

Le combinazioni di carico a testa palo utilizzate per dimensionare la lunghezza dei pali di fondazione delle barriere fonoassorbenti (N, H, M) sono riportate nella tabella seguente.

In aggiunta, in tale tabella è riportata l'altezza di rilevato (minima e massima) corrispondente nella tratta in cui sono dislocate le barriere antirumore di altezza pari a 4m.

#### Barriera H = 4.00 m

CODICE PROGRESSIVO BARRIERA	ALTEZZA MIN. RILEVATO (m)	ALTEZZA MAX RILEVATO (m)
BA1	4.72	6.50
BA2	1.48	2.09
BA5	0.10	0.95
BA6	2.30	2.98

	H [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1 SLU (Vento)	40.27	152.49	100.51
C2 SLU (Neve)	38.32	152.49	81.89
<b>C3 SLU (Aero-veic)</b>	<b>41.43</b>	<b>152.49</b>	<b>103.98</b>
<b>C4 SLE (q.perm)</b>	<b>12.17</b>	<b>117.30</b>	<b>14.53</b>
C5 SLE (freq) (Vento)	14.66	117.30	22.88
C6 SLE (freq) (Neve)	15.17	117.30	22.93
<b>C7 SLE (freq) (Aero-veic)</b>	<b>16.01</b>	<b>117.30</b>	<b>27.20</b>
C8 SLE (rara) (Vento)	28.47	117.30	68.95
C9 SLE (rara) (Neve)	27.17	117.30	56.53
<b>C10 SLE (rara) (Aero-veic)</b>	<b>29.24</b>	<b>117.30</b>	<b>71.26</b>
<b>C11 SLV (Sisma)</b>	<b>73.81</b>	<b>117.30</b>	<b>101.61</b>
<b>C12 SLV (Sisma-GEO)</b>	<b>77.35</b>	<b>117.30</b>	<b>103.14</b>
C13 SLU-GEO (Vento)	36.91	117.30	86.81
C14 SLU-GEO (Neve)	35.22	117.30	70.67
<b>C15 SLU-GEO (Aero-veic)</b>	<b>37.92</b>	<b>117.30</b>	<b>89.81</b>
C1a SLU (Vento)	40.27	117.30	97.73
C2a SLU (Neve)	38.32	117.30	79.11
<b>C3a SLU (Aero-veic)</b>	<b>41.43</b>	<b>117.30</b>	<b>101.20</b>

I carichi di progetto che verranno adottati nel dimensionamento sono quelli riportati in grassetto nella tabella di cui sopra, rappresentativi per ogni combinazione di carico delle sollecitazioni più gravose.

	Doc. N. 60404-00010-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RODII100010000000900A	REV. 00	FOGLIO 42 di 120
---	--------------------------------	---	------------	---------------------

### 3.2.2 Comportamento del palo nei confronti dei carichi orizzontali

Sulla base dei carichi di progetto definiti al §3.2.1 e alle stratigrafie di calcolo riportate nel paragrafo §2.3, si riportano i risultati ottenuti nei confronti del comportamento del palo per i carichi orizzontali.

Per il dimensionamento sono stati considerati dei rilevati con altezza pari a 1m, 2m, 3m, 5m e 6m rappresentativi delle barriere di altezza 5m presenti nel tratto stradale.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Altezza rilevato 1m

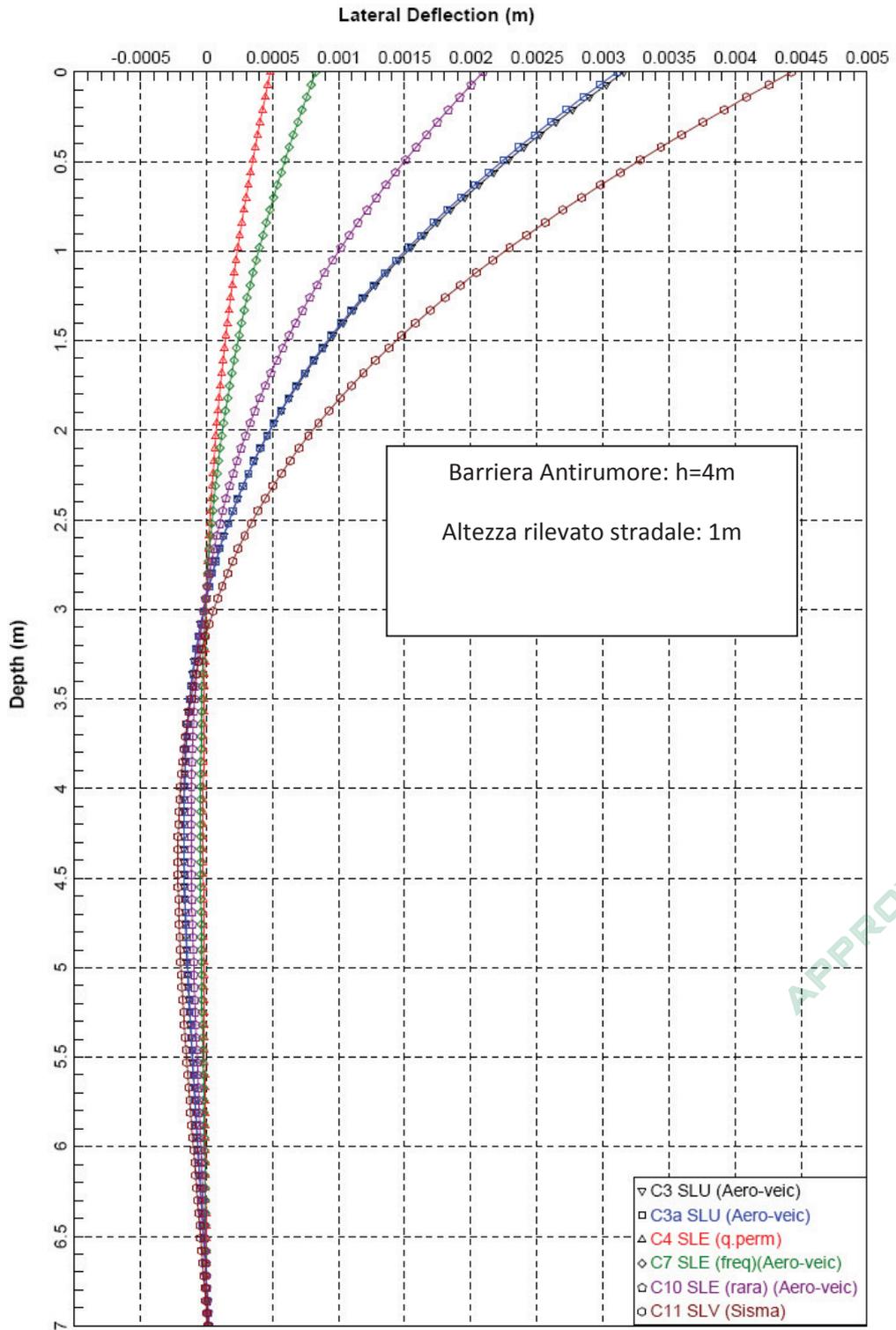
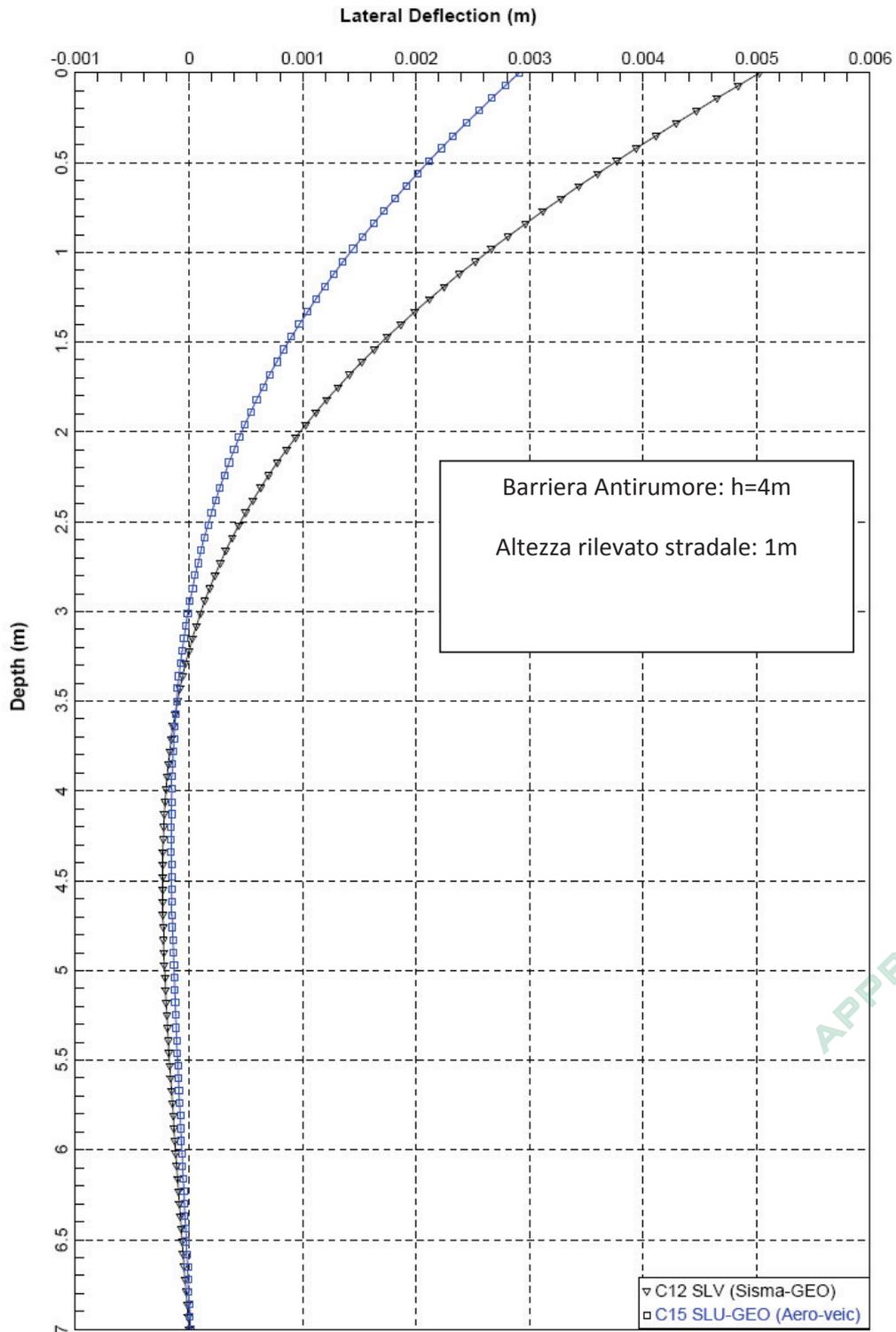


Figura 3.31 – Deformata palo (M1-R1) – Barriera Antirumore h=4m – Rilevato Stradale 1m



**Figura 3.32 – Deformata palo (M1-R2) – Barriera Antirumore h=4m – Rilevato Stradale 1m**

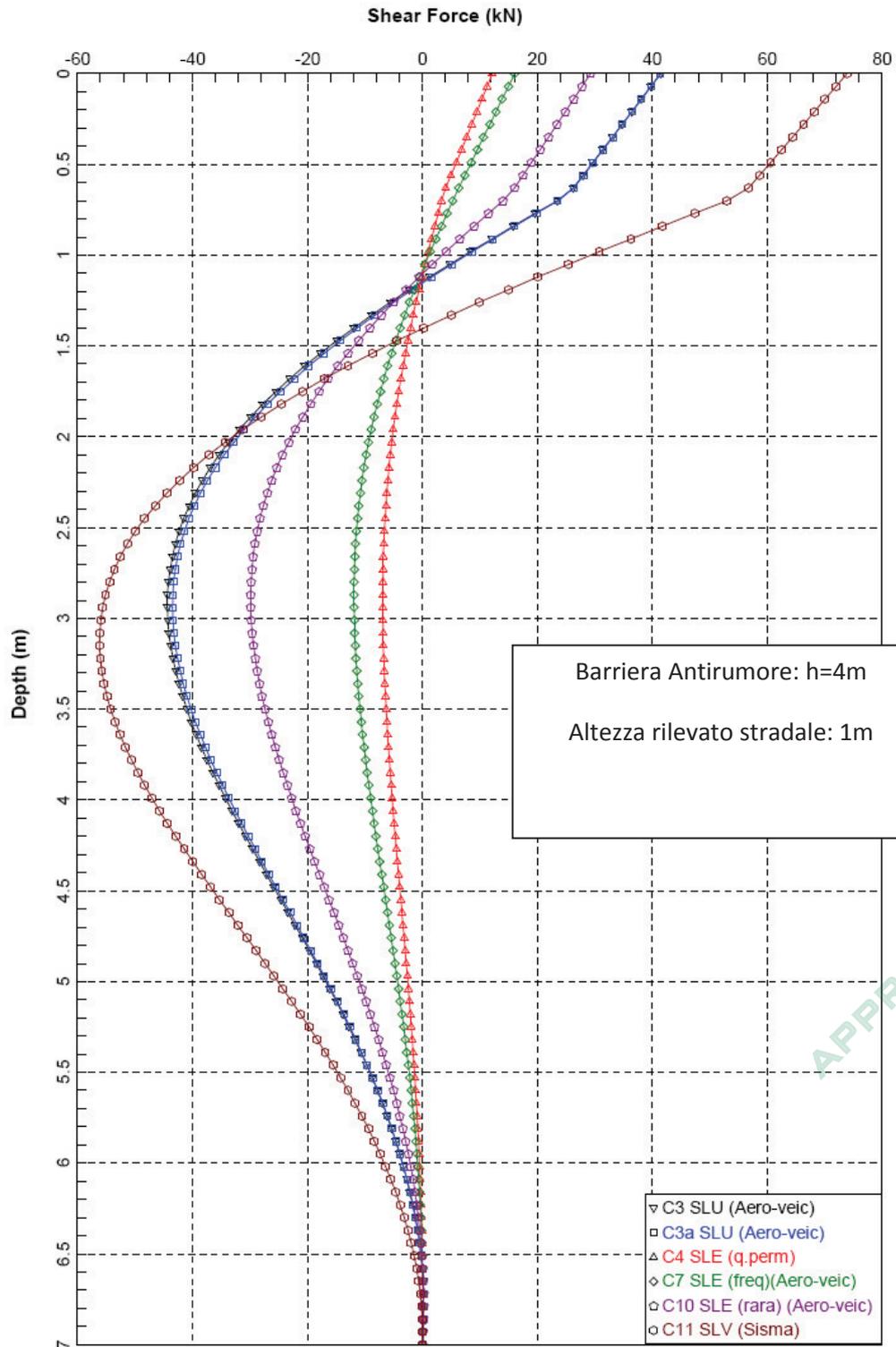


Figura 3.33 – Taglio nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 1m

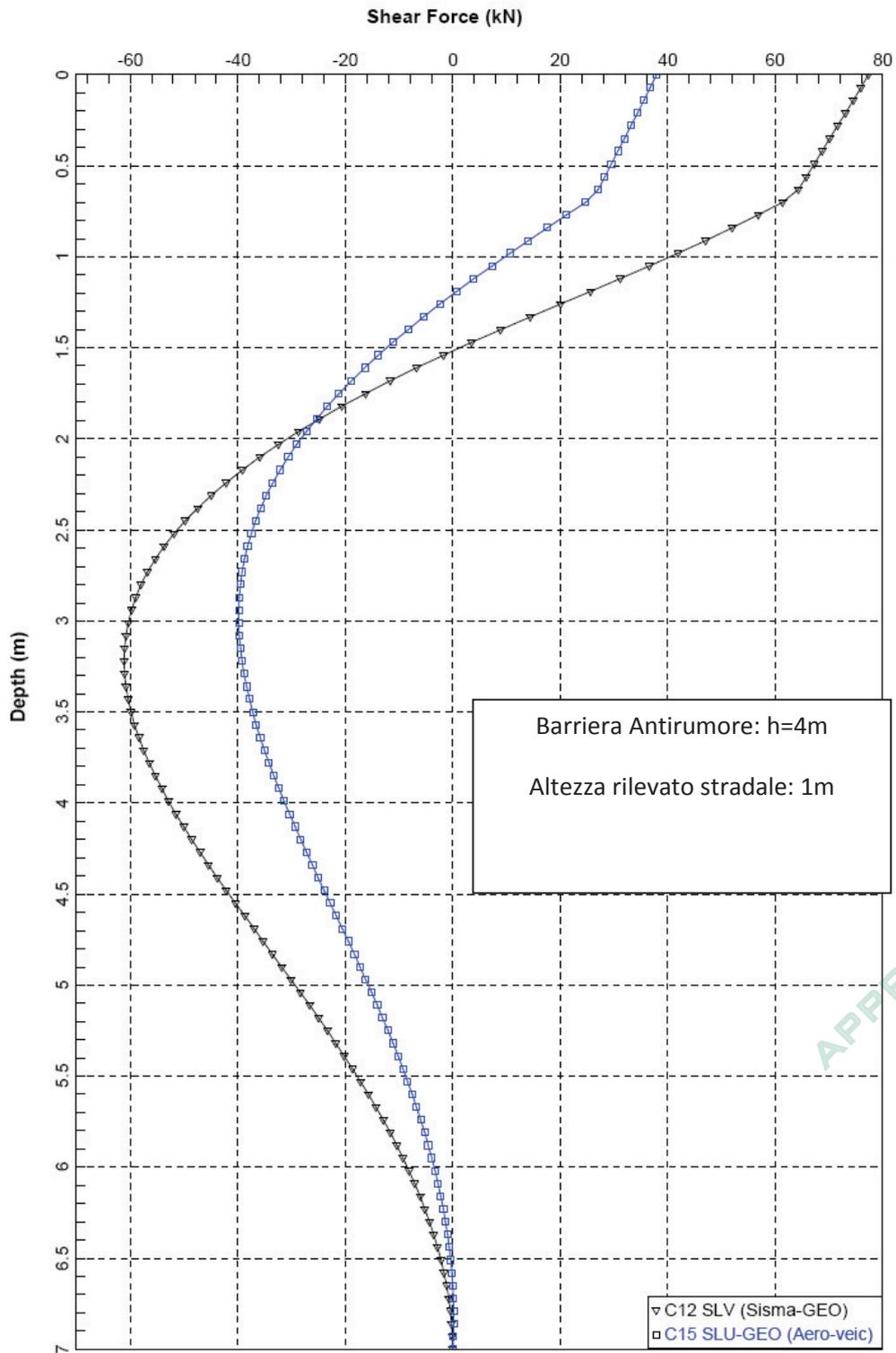
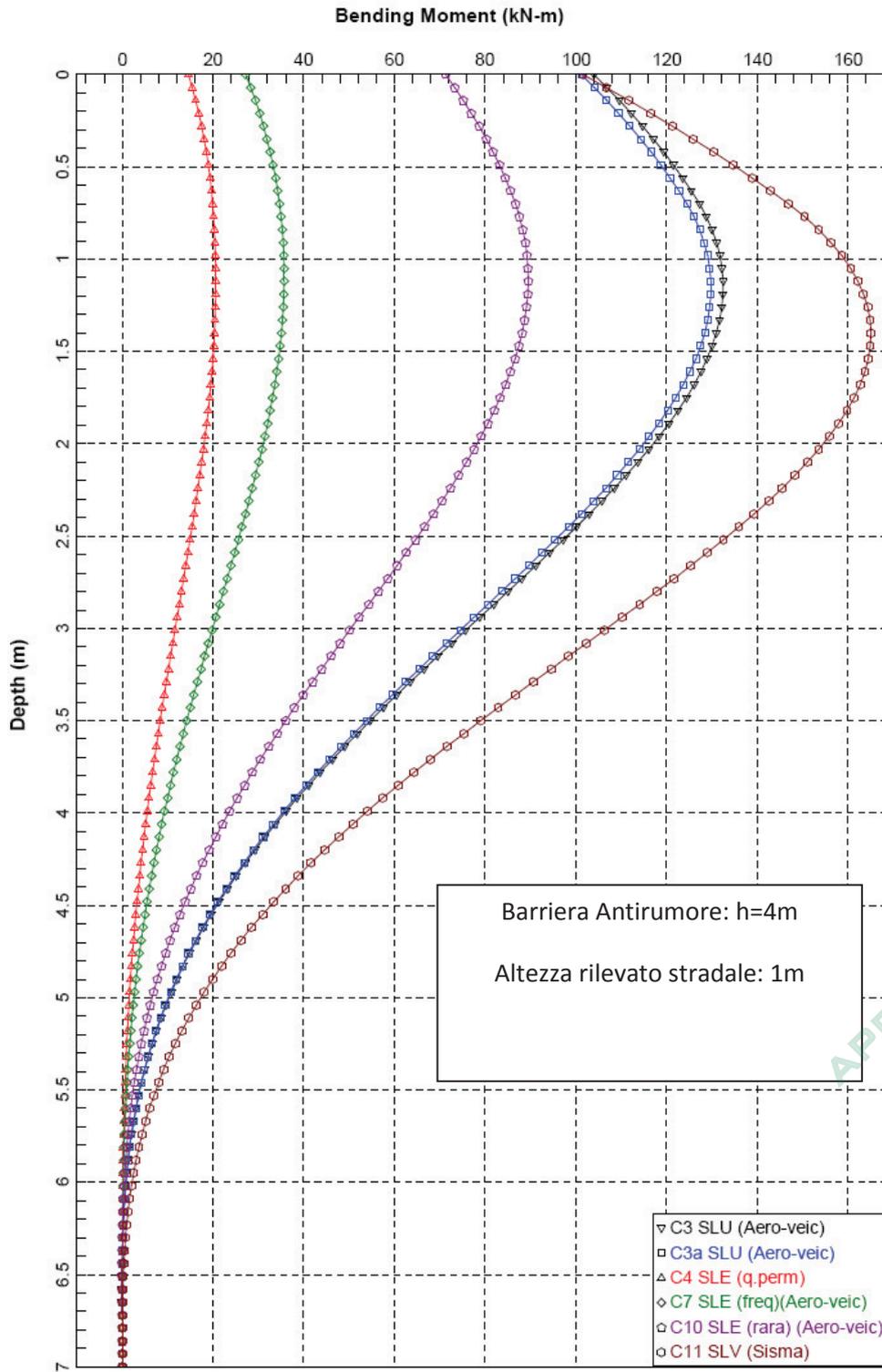
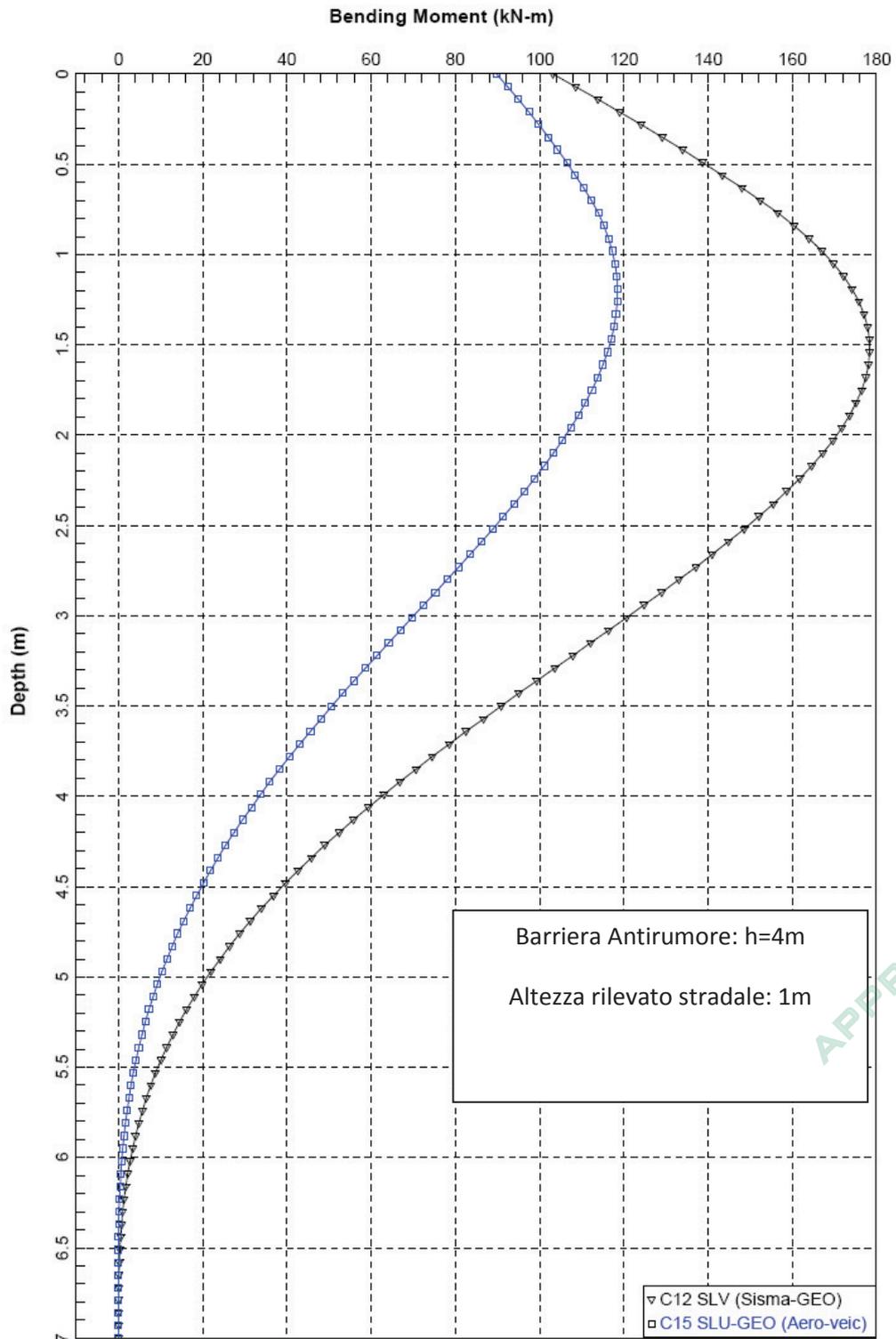


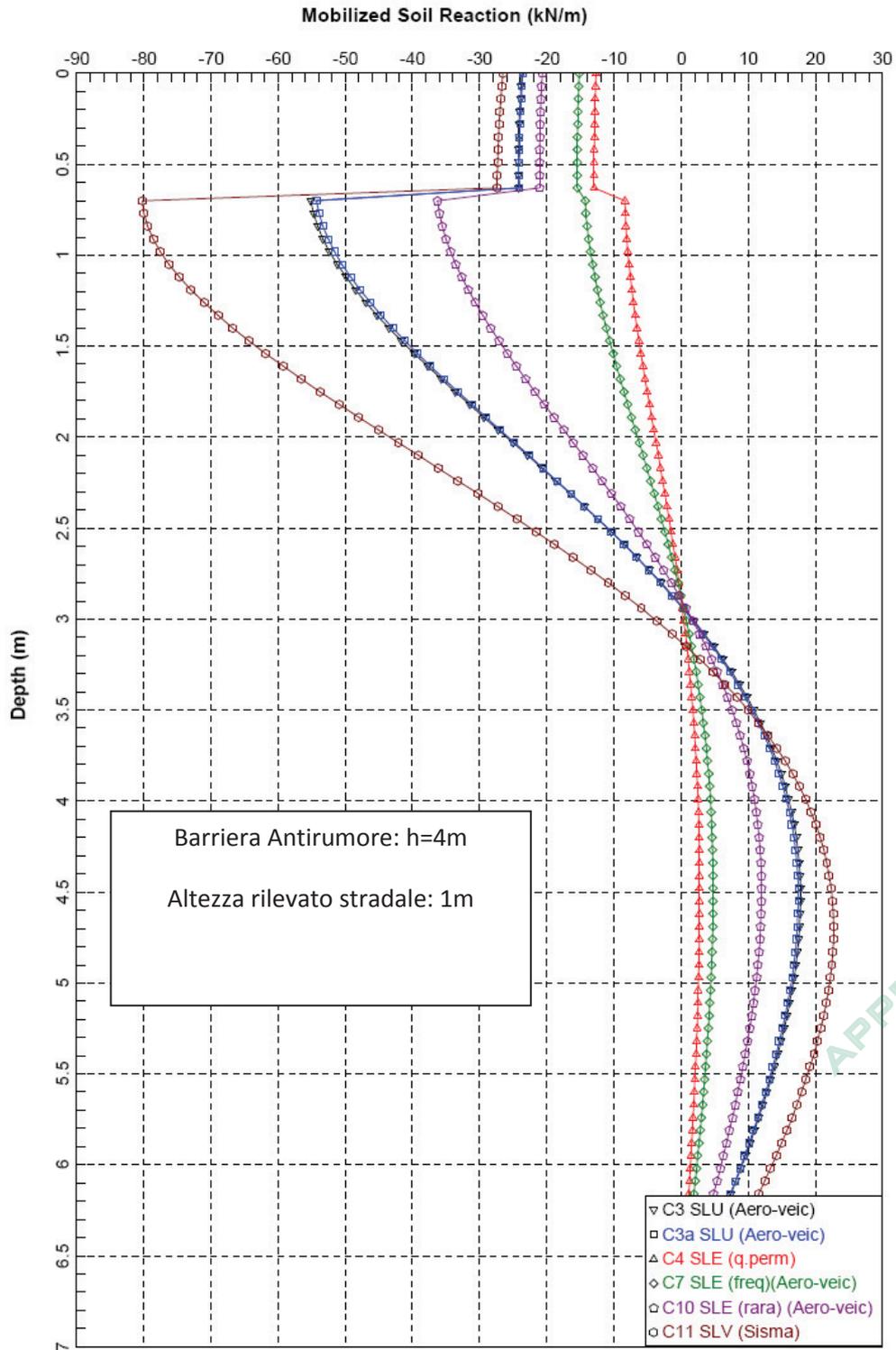
Figura 3.34 – Taglio nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 1m



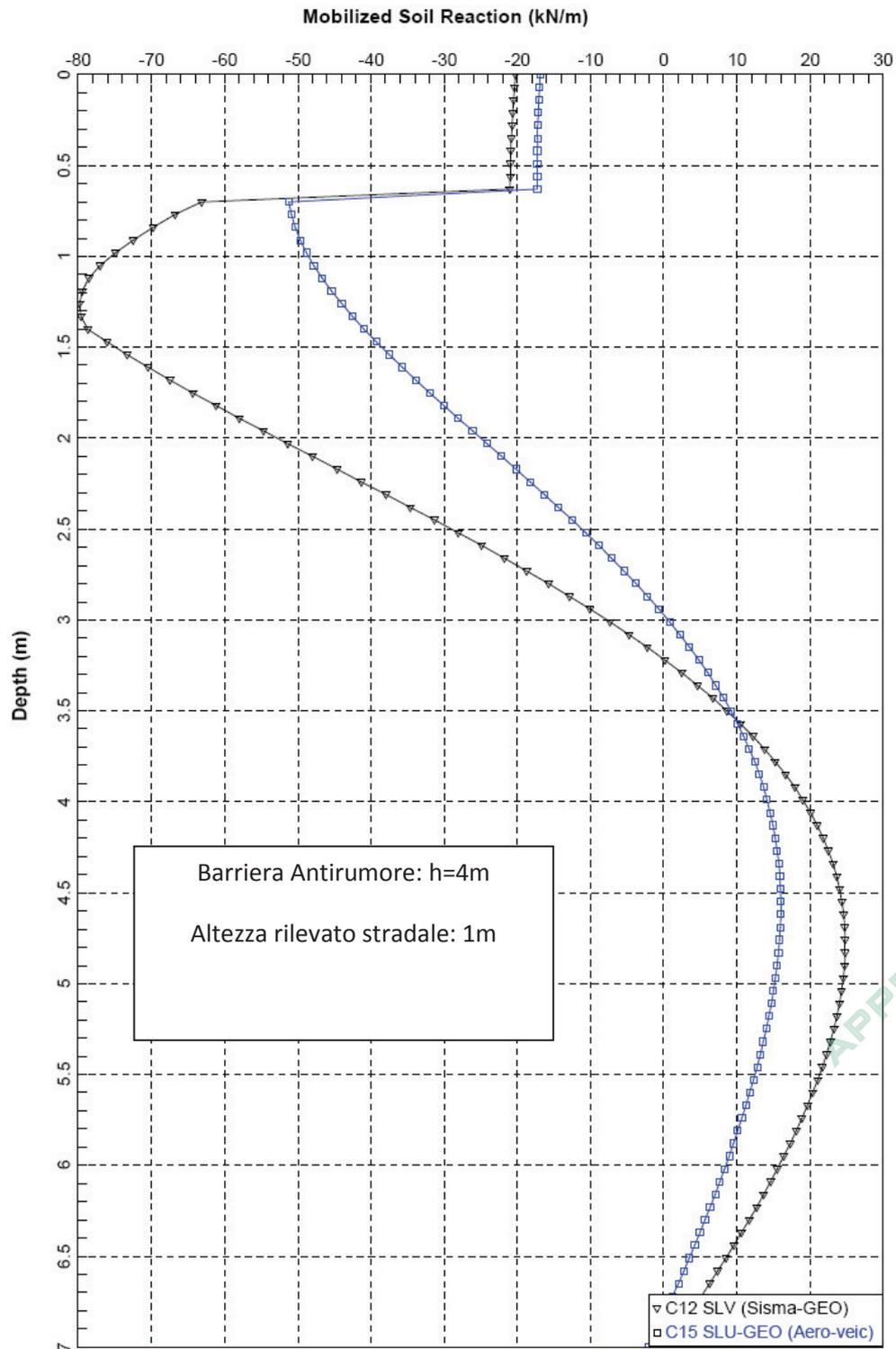
**Figura 3.35 – Momento flettente nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 1m**



**Figura 3.36 –** Momento flettente nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 1m



**Figura 3.37 – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R1) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 1m**



**Figura 3.38 – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R2) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 1m**

Altezza rilevato 2m

Società di Progetto  
 Brebemi SpA



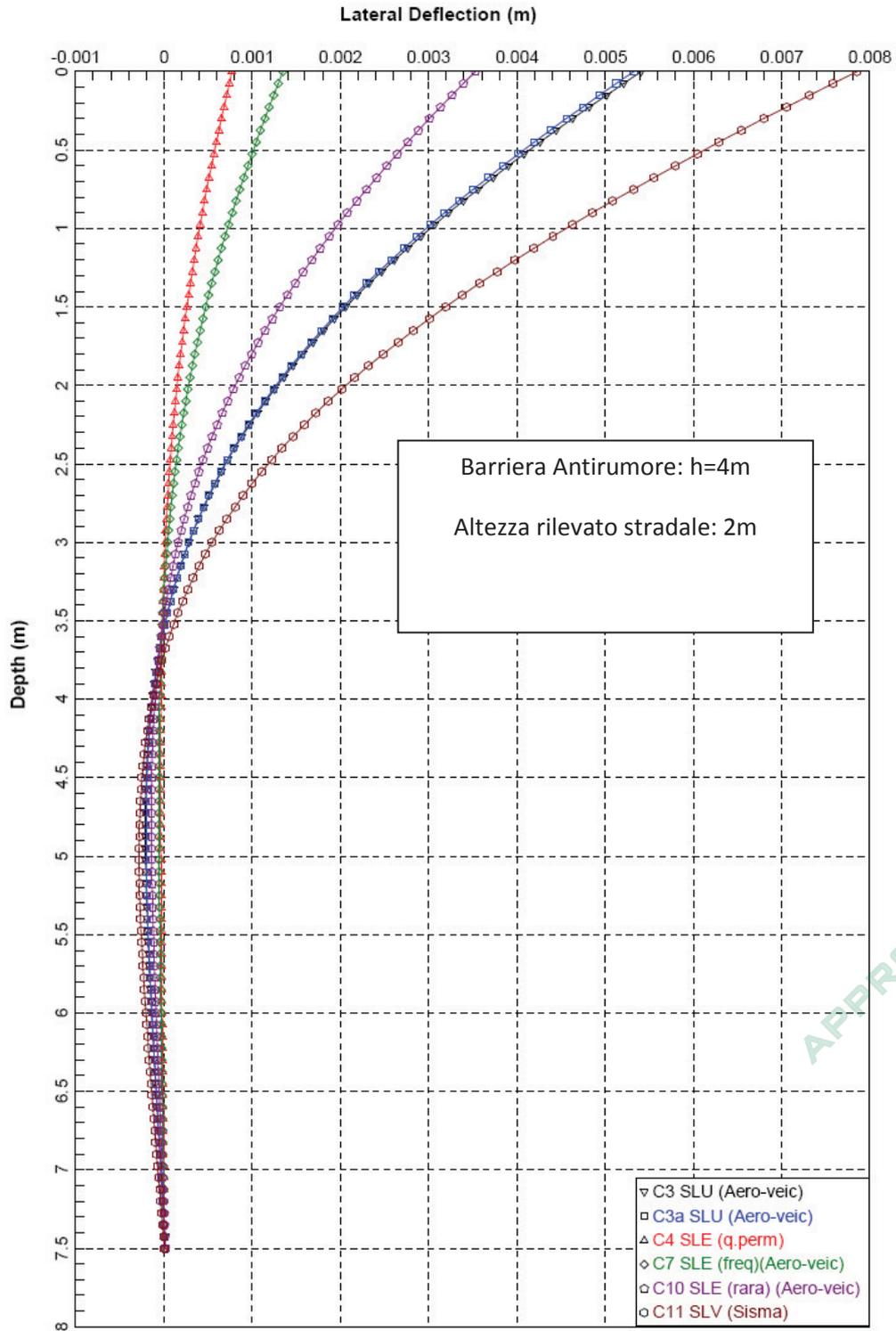
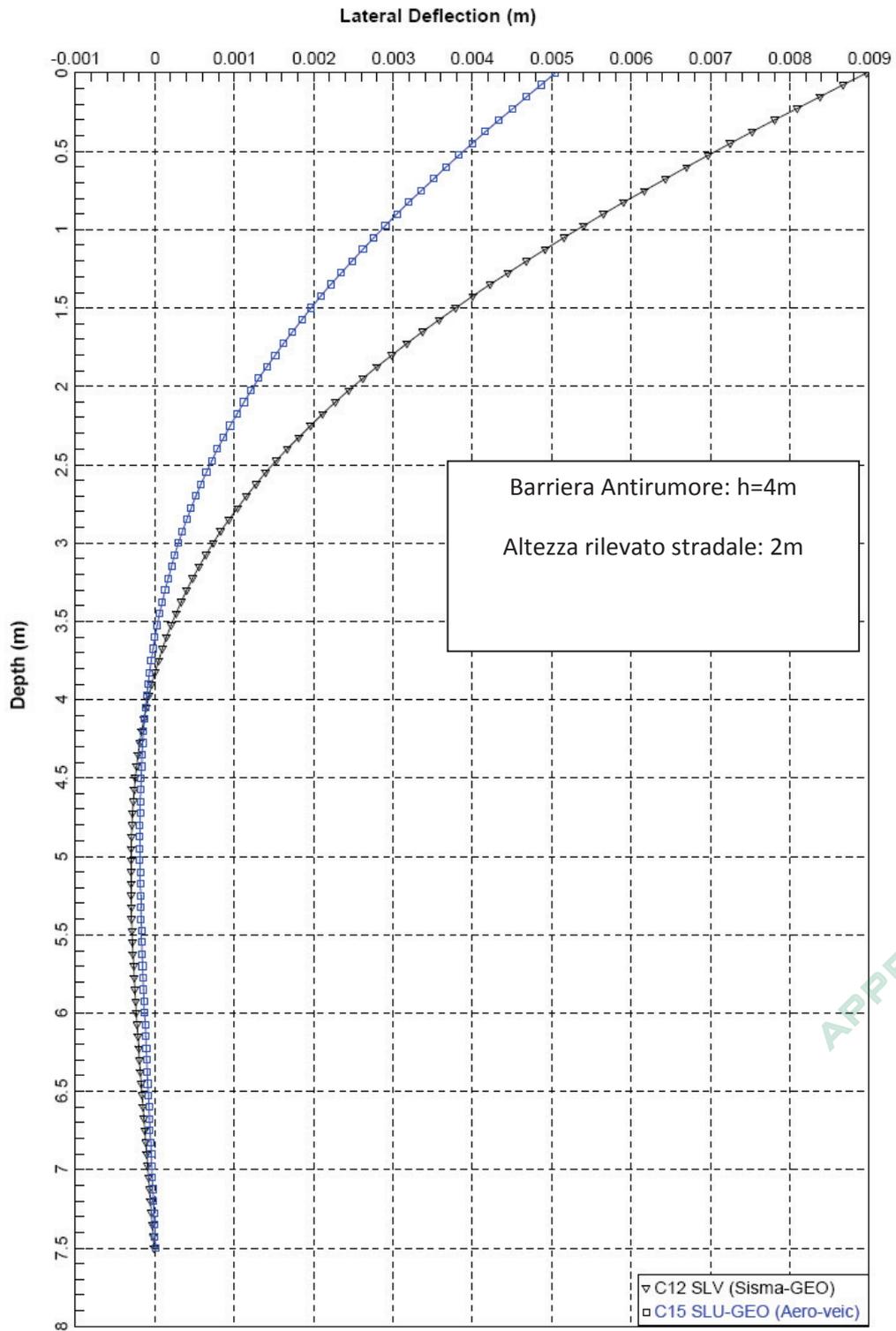
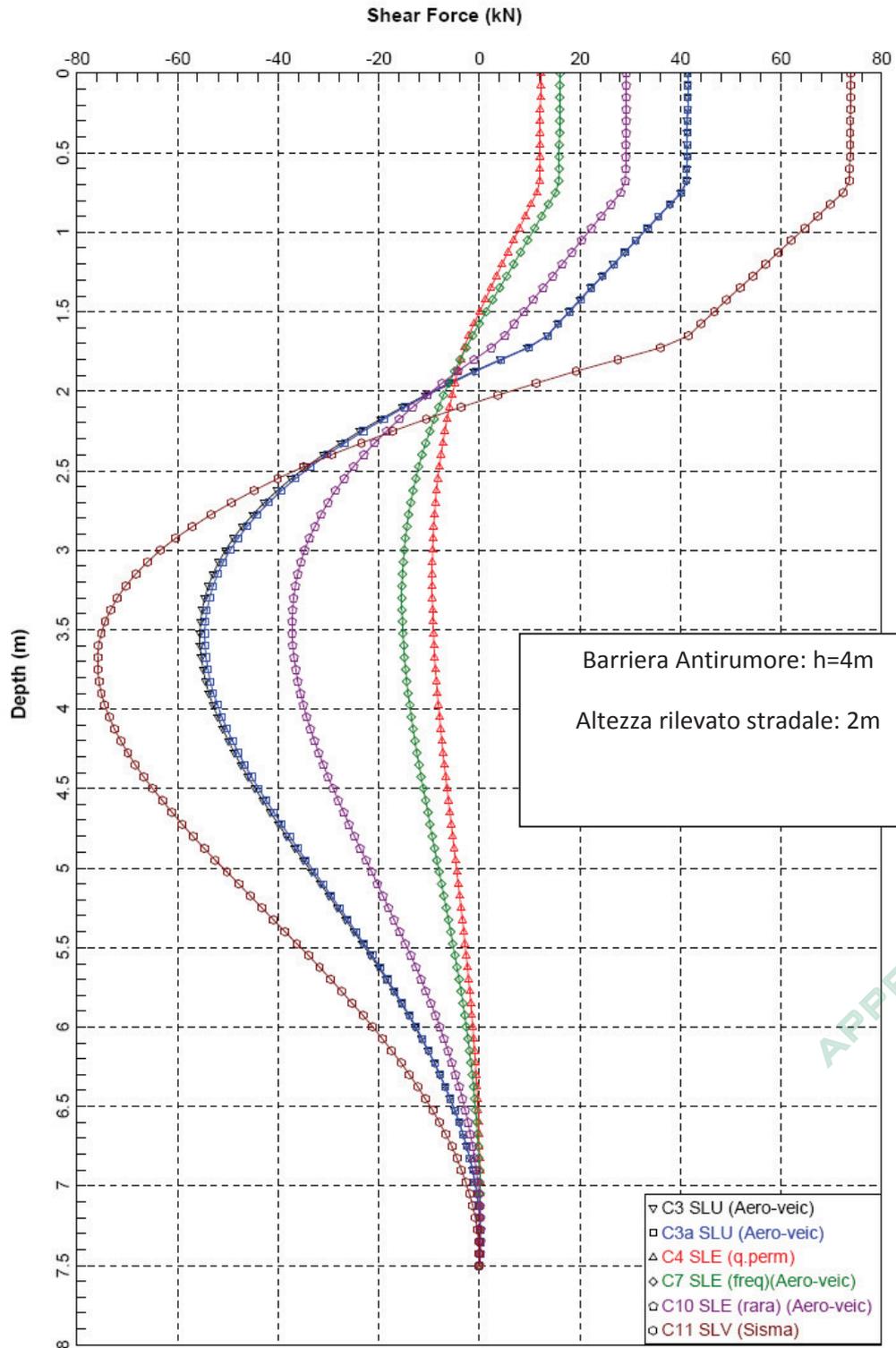


Figura 3.39 – Deformata palo (M1-R1) – Barriera Antirumore h=4m – Rilevato Stradale 2m



**Figura 3.40** – Deformata palo (M1-R2) – Barriera Antirumore h=4m – Rilevato Stradale 2m



**Figura 3.41** – Taglio nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 2m

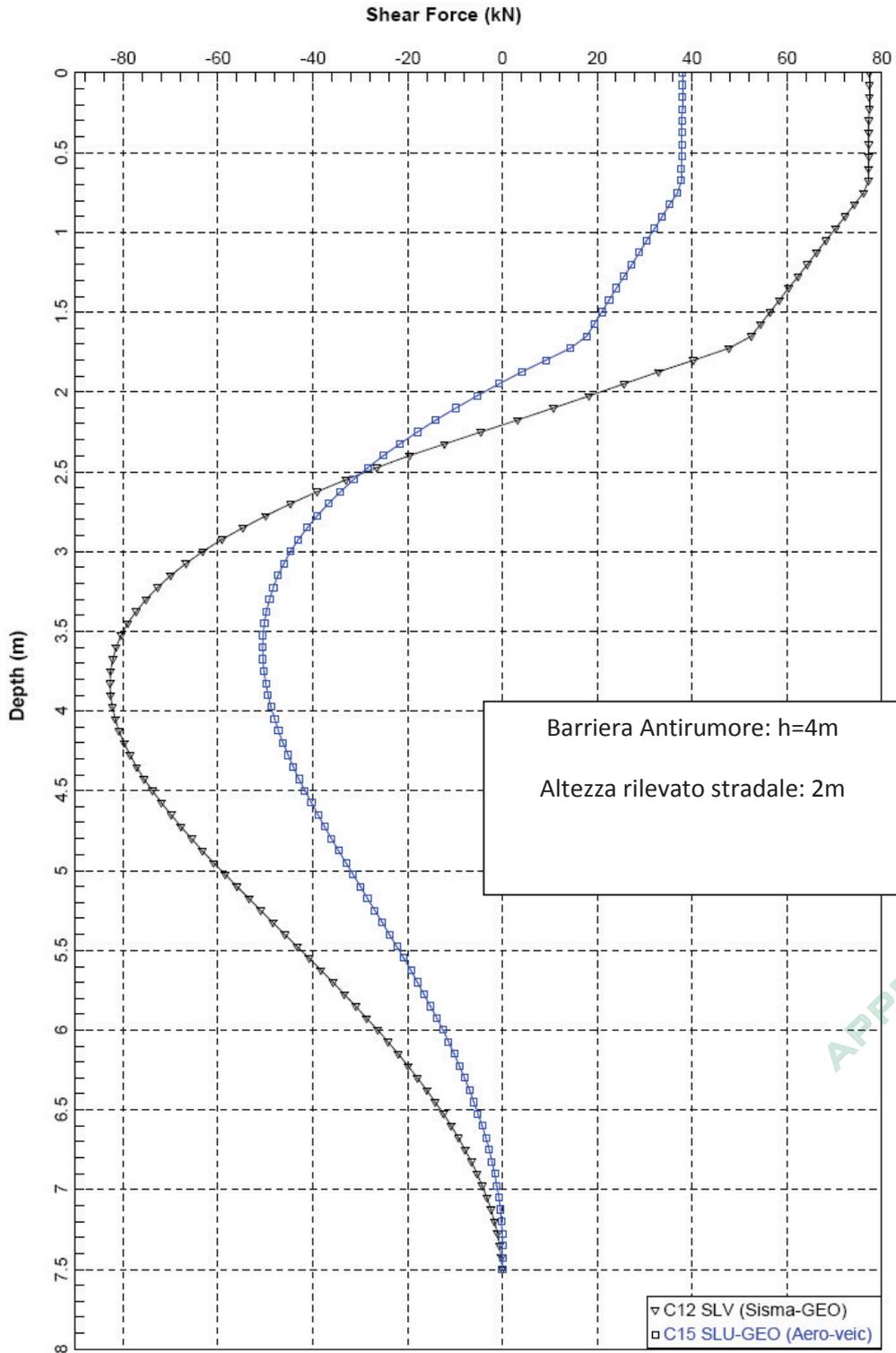
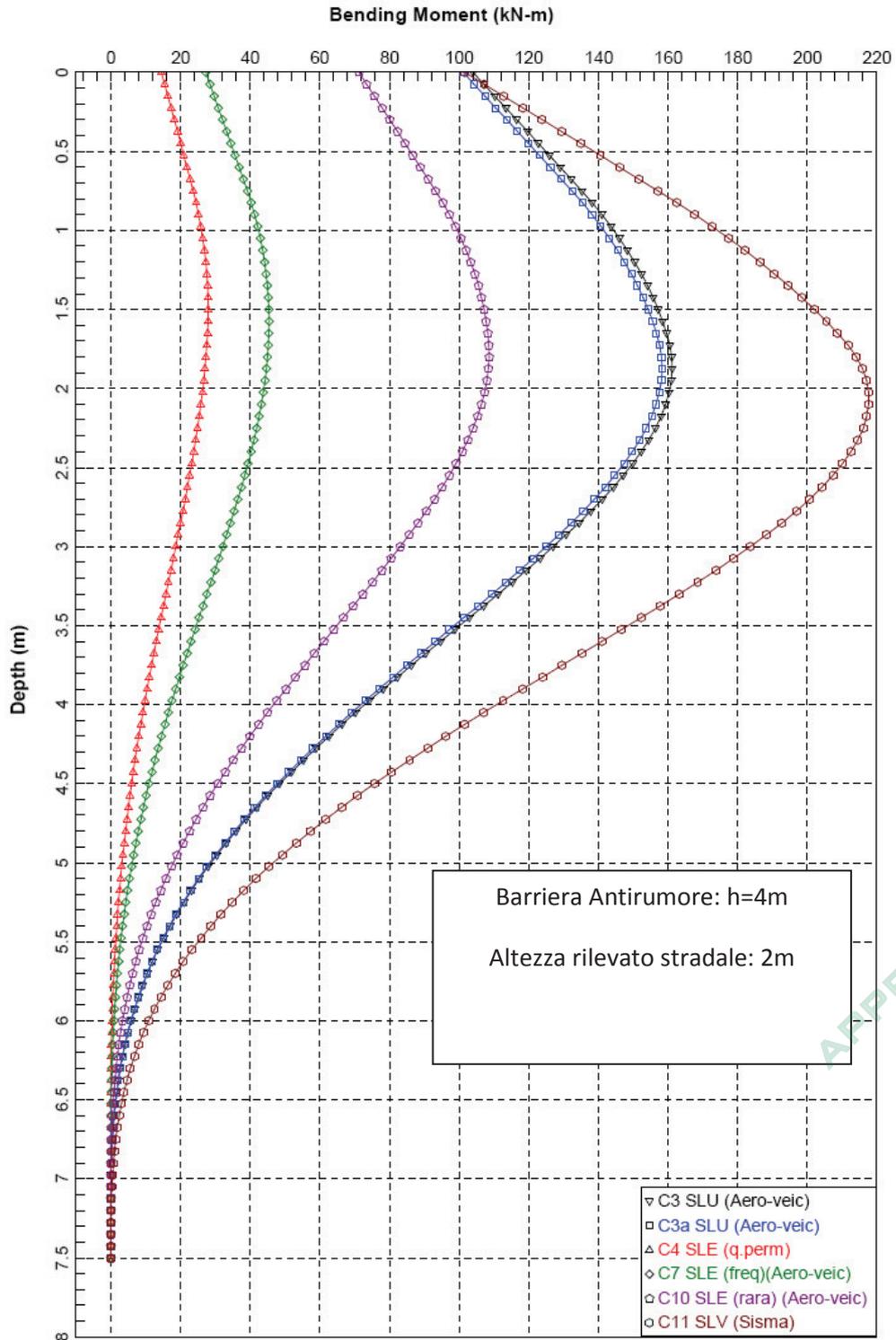
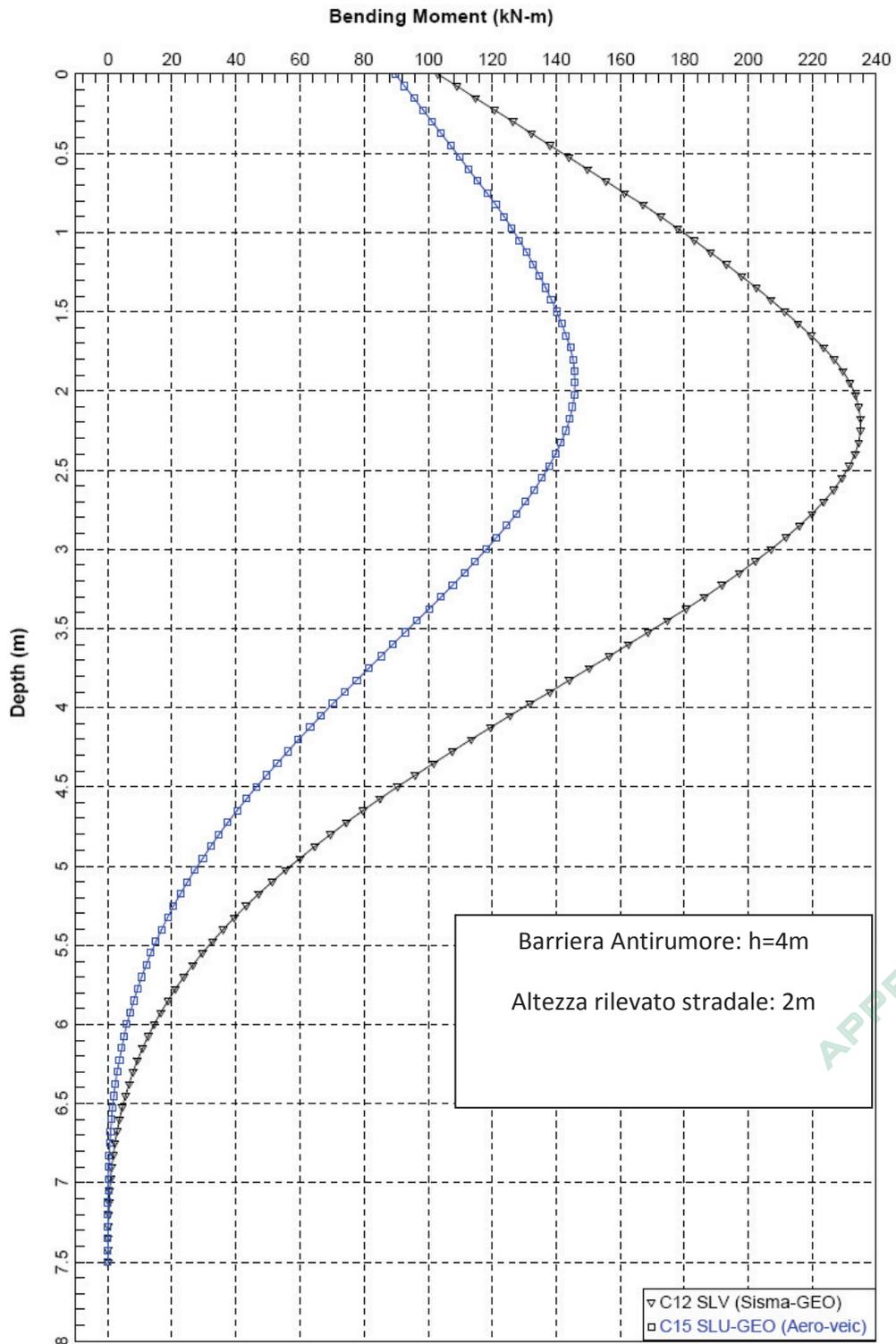


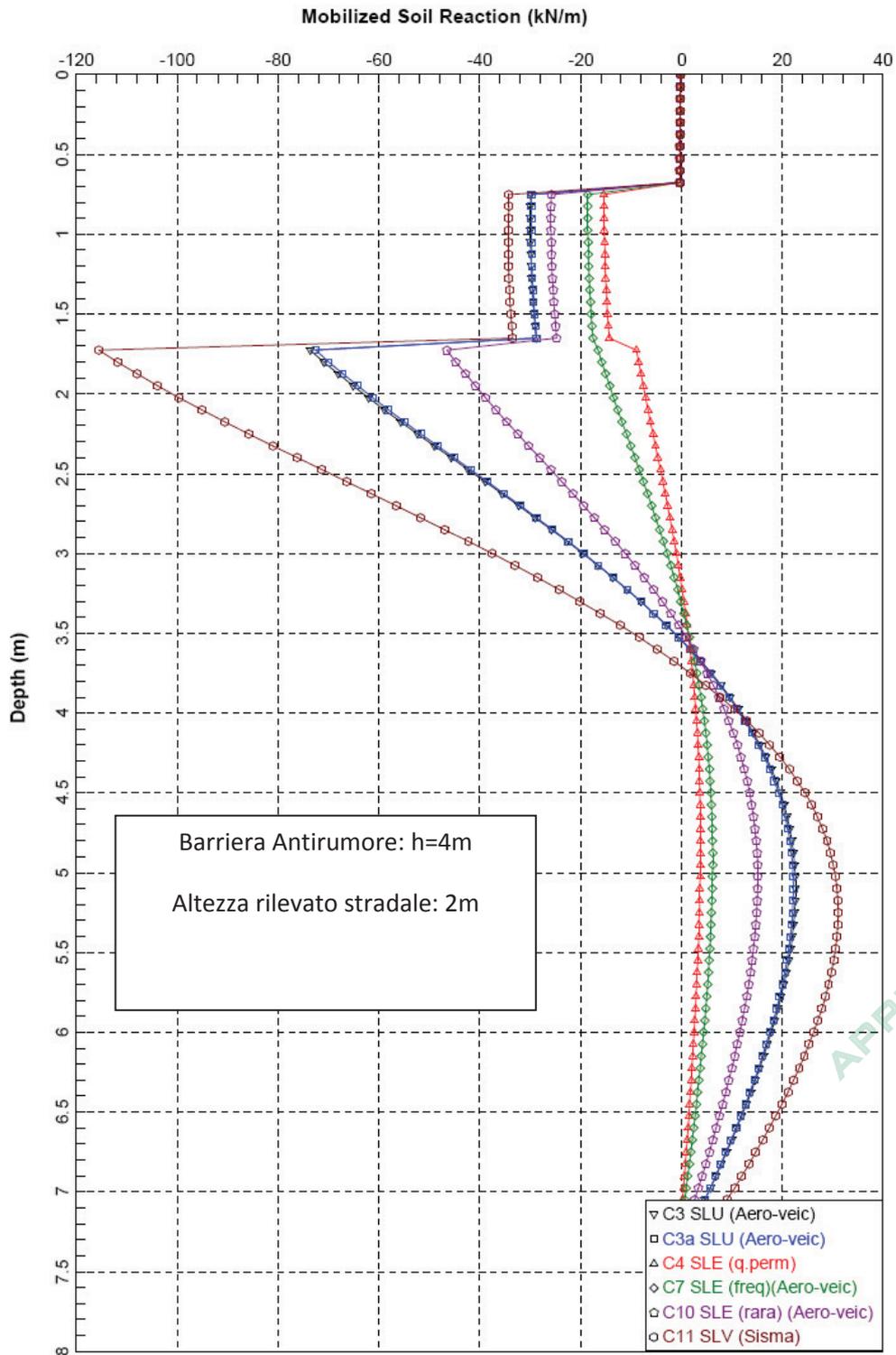
Figura 3.42 – Taglio nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 2m



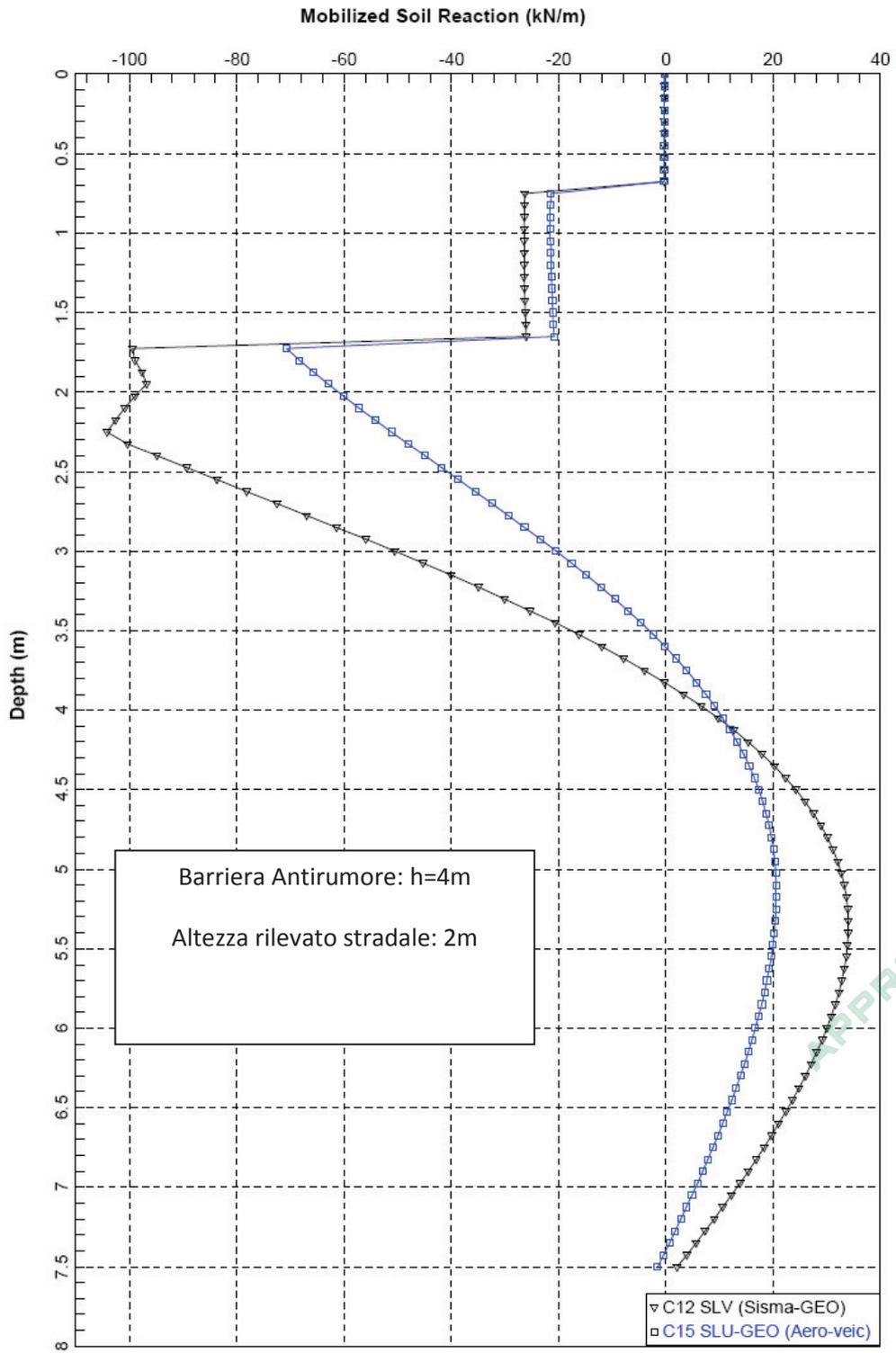
**Figura 3.43 – Momento flettente nel palo (M1-R1) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 2m**



**Figura 3.44** – Momento flettente nel palo (M1-R2) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 2m



**Figura 3.45 – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R1) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 2m**

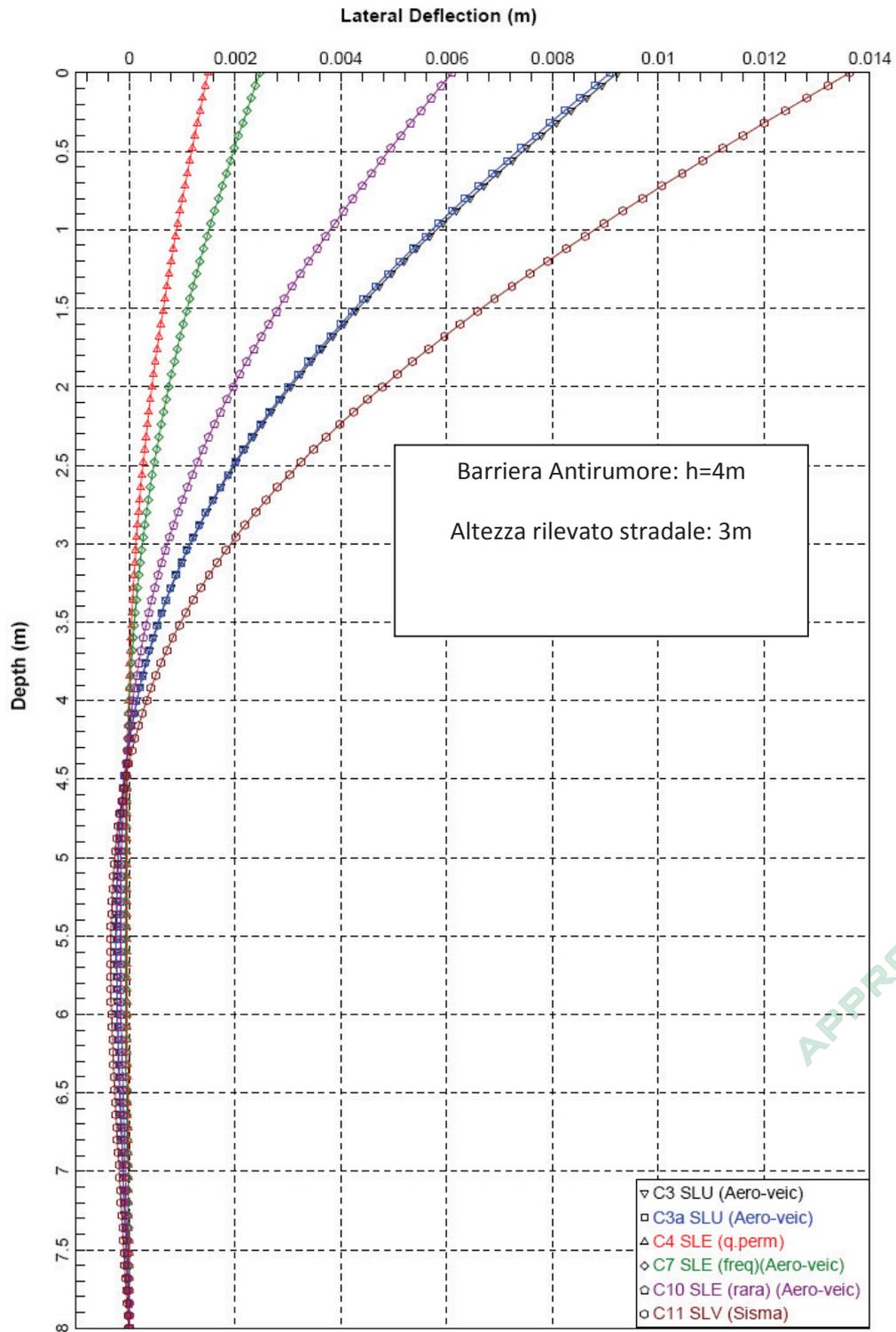


**Figura 3.46** – Resistenza mobilitata nel terreno (M1-R2) - Barriera Antirumore h=4m - Rilevato Stradale 2m

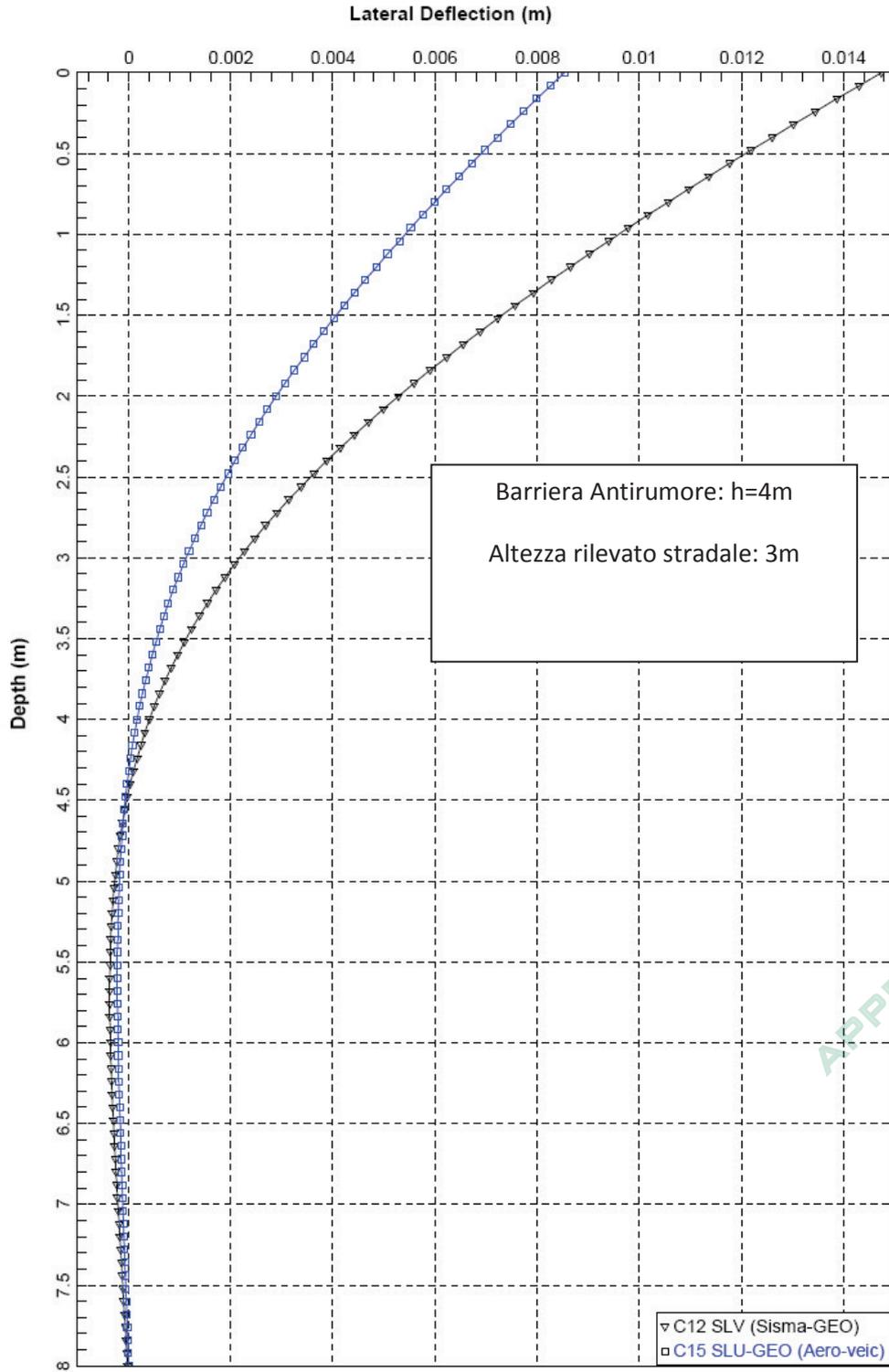
Altezza rilevato 3m

Società di Progetto  
Brebemi SpA





**Figura 3.47 – Deformata palo (M1-R1) – Barriera Antirumore h=4m – Rilevato Stradale 3m**



**Figura 3.48** – Deformata palo (M1-R2) – Barriera Antirumore h=4m – Rilevato Stradale 3m

