



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Ing. Claudio Lamberti

- PERIZIA DI VARIANTE N.1 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.



Titolo elaborato:

MODIFICA TECNICA N. 15b OPERE D'ARTE NUOVI VIADOTTI - VIADOTTO FERRUZZE PILA 9 - OPERE PROVVISORIALI - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice Unico Progetto (CUP): F41B03000230001

| Codice elaborato: | OPERA | ARGOMENTO | DOC. E PROG. | FASE | REVISIONE |
|-------------------|-------|-----------|--------------|------|-----------|
| PA17/08 | PE | V3 | RC04 | 5 | 0 |

| CARTELLA: | FILE NAME: | NOTE: | PROT. | SCALA: |
|-----------|--------------------|-------|---------------|-----------------------------------|
| 07 | PE_V3_RC04_50_4137 | 1=1 | 4137 | - |
| 5 | | | | |
| 4 | | | | |
| 3 | | | | |
| 2 | | | | |
| 1 | | | | |
| 0 | PRIMA EMISSIONE | | Novembre 2015 | M.Salleolini S. Fortino D. Tironi |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO APPROVATO |

A.T.I. Progettisti:

Capogruppo:

Mandante:

POLITECNICA

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Viale Amendola, 6 - 50121 Firenze
tel 055/2001660 fax 055/2344856
e-mail polifi@politecnica.it

ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 59100 Prato
tel 0574.527864 fax 0574.568066
E-mail acs@acsingegneri.it

Il Progettista Responsabile
Ing. Marcello Mancone

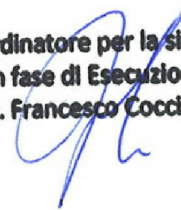


Il Geologo
dott. Pietro Accolti Gil



Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **LO410C E 1101**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INDICE | 1 |
| 1 INTRODUZIONE | 2 |
| 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 6 |
| 3 ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO | 7 |
| 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 9 |
| 4.1 ACCIAIO | 9 |
| 4.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a. | 9 |
| 4.2 CALCESTRUZZO | 9 |
| 4.2.1 Calcestruzzo per pali..... | 9 |
| 4.2.2 Calcestruzzo per trave di coronamento..... | 9 |
| 5 DESCRIZIONE DELL'OPERA DI SOSTEGNO | 10 |
| 5.4 PARATIA PILA P9 | 10 |
| 6 CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONI DI CARICO | 11 |
| 6.1 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO | 11 |
| 6.2 VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI (SLU STR) | 11 |
| 6.3 VERIFICHE STABILITÀ GEOTECNICA (SLU GEO)..... | 11 |
| 6.4 ANALISI DEI CARICHI..... | 12 |
| 7 METODOLOGIA DI ANALISI | 13 |
| 7.1 LEGAMI COSTITUTIVI ADOTTATI..... | 13 |
| 7.2 MODELLO FEM | 15 |
| 7.2.1 Paratia pila 9 – Doppia fila..... | 15 |
| 7.2.2 Paratia pila 9 – Fila singola | 17 |
| 8 SPOSTAMENTI E SOLLECITAZIONI DELLE PARATIE | 20 |
| 8.1 PARATIA PILA 9 – DOPPIA FILA | 20 |
| 8.1 PARATIA PILA 9 – FILA SINGOLA..... | 22 |
| 9 VERIFICHE DI RESISTENZA | 24 |
| 9.1 PARATIA PILA 9 | 24 |
| 9.1.1 Paratia pila 9 – Doppia fila..... | 24 |
| 9.2.1 Paratia pila 9 – Fila singola | 24 |
| 10 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE | 27 |
| 10.1 PARATIA PILA 9 | 27 |
| 11 ALLEGATI FASCICOLO DEI CALCOLI | 28 |

1 INTRODUZIONE

La presente nota di calcolo, riporta le verifiche strutturali a supporto della modifica tecnica, resasi necessaria in fase esecutiva, della paratia provvisoria della pila n.9 del nuovo viadotto Ferruzze, rispetto alle ipotesi di progetto esecutivo della stessa paratia.

In particolare nel progetto esecutivo, per l'esecuzione degli scavi per il raggiungimento della quota di imposta delle fondazioni della suddetta pila, era prevista la realizzazione di una paratia monofilare di pali del $D = 0.80$ m disposti ad interasse di 0,90 m e di lunghezze variabili da 5 m a 13 m , che nella parte centrale di massimo scavo presentava inoltre n. 6 tiranti provvisori in trefoli ancorati alla cordolo di testa.

Per ragioni di ottimizzazione e velocizzazione delle operazioni di cantiere, essendo i tiranti provvisori previsti solo in corrispondenza della paratia in esame ed in nessun altra delle paratie provvisorie previste in PE per il viadotto in esame , visto peraltro il carattere provvisorio dell'opera, si è preferito optare per una soluzione tecnica, senza i tiranti, ma che garantisca livelli di sicurezza pari o superiori a quella di PE. In particolare si è prevista una nuova soluzione progettuale mediante la realizzazione di una doppia fila di pali collegati in testa da un cordolo in c.a. di elevata rigidezza, la cui prima fila lato valle mantiene le stesse caratteristiche della paratia in progetto, mentre l'interasse tra le 2 file e la disposizione dei pali aggiuntivi sulla 2 fila, sono stati definiti attraverso il calcolo analitico, in maniera tale da ottenere una struttura idonea di rigidezza, tale da assorbire senza l'ausilio dei tiranti, le spinte del terrapieno e con spostamenti in testa molto limitati.

Nella presente nota di calcolo si espongono i criteri di dimensionamento adottati ed i risultati delle verifiche effettuate per la soluzione tecnica in variante sopra descritta, per la quale è stato predisposto apposito elaborato grafico progettuale al quale si rimanda per tutti i dettagli del caso (PEV3P0007_40_4137).

Di seguito per maggiore chiarezza si riportano degli stralci significativi di progetto con il confronto tra soluzione di progetto esecutivo e quella della presente proposta tecnica di variante.

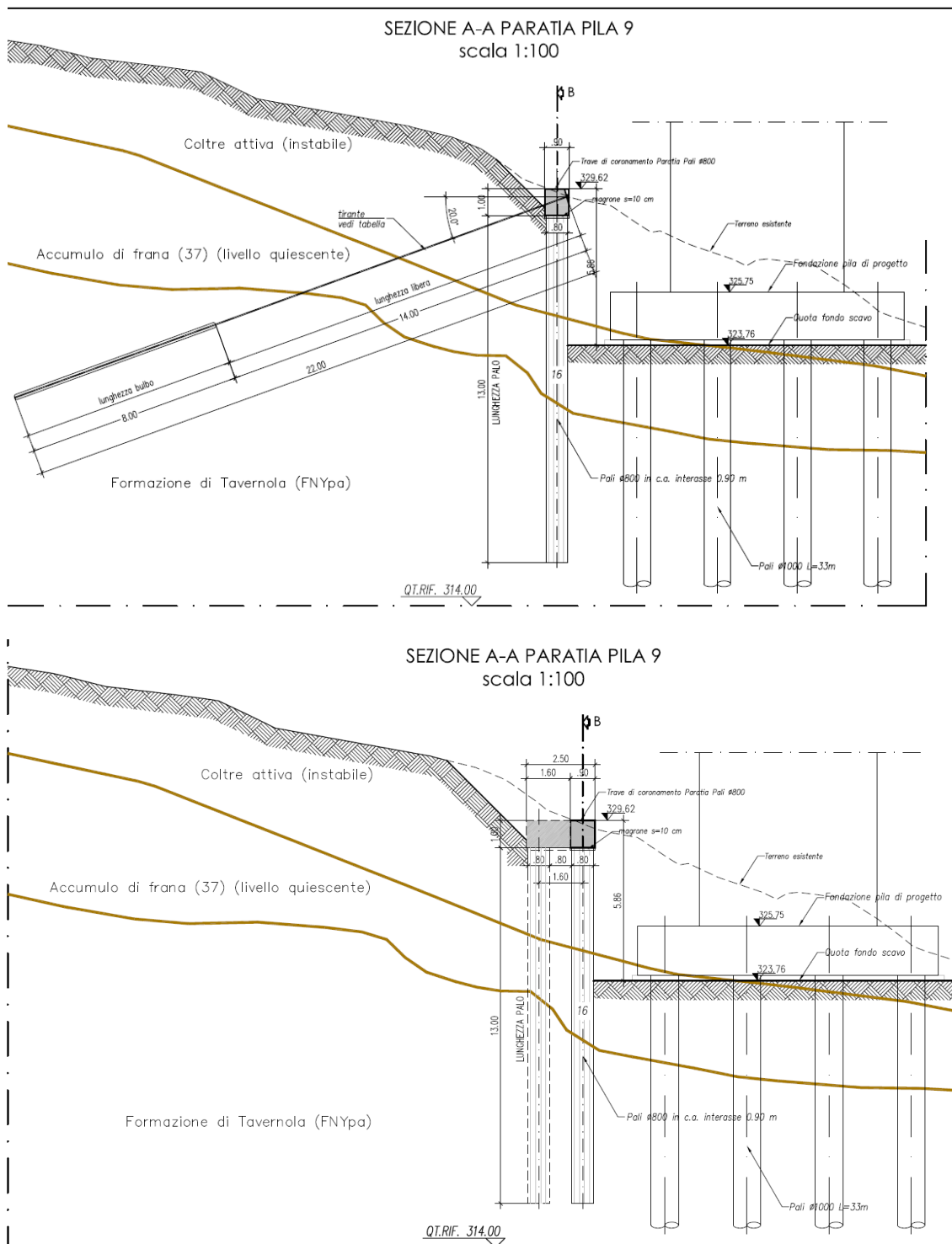


Figura 1 – Sezione trasversale paratia provvisoria Pila 9- In alto soluzione di progetto esecutivo in basso proposta di modifica tecnica

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Nota tecnica e di calcolo opere provvisionali pila n.9 viadotto Ferruzze 1

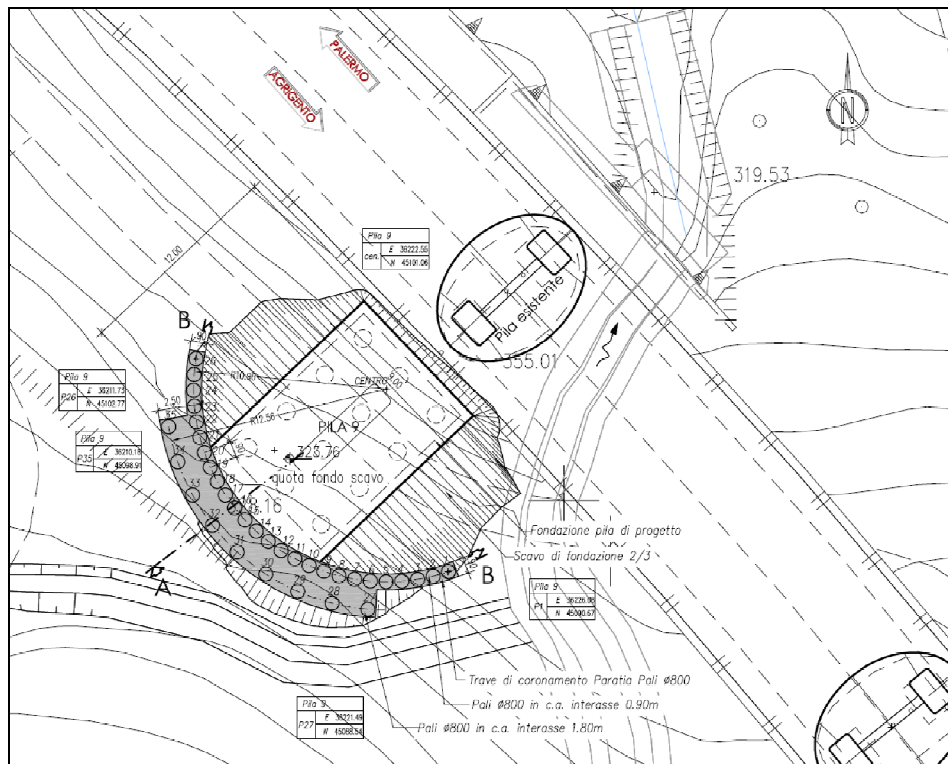
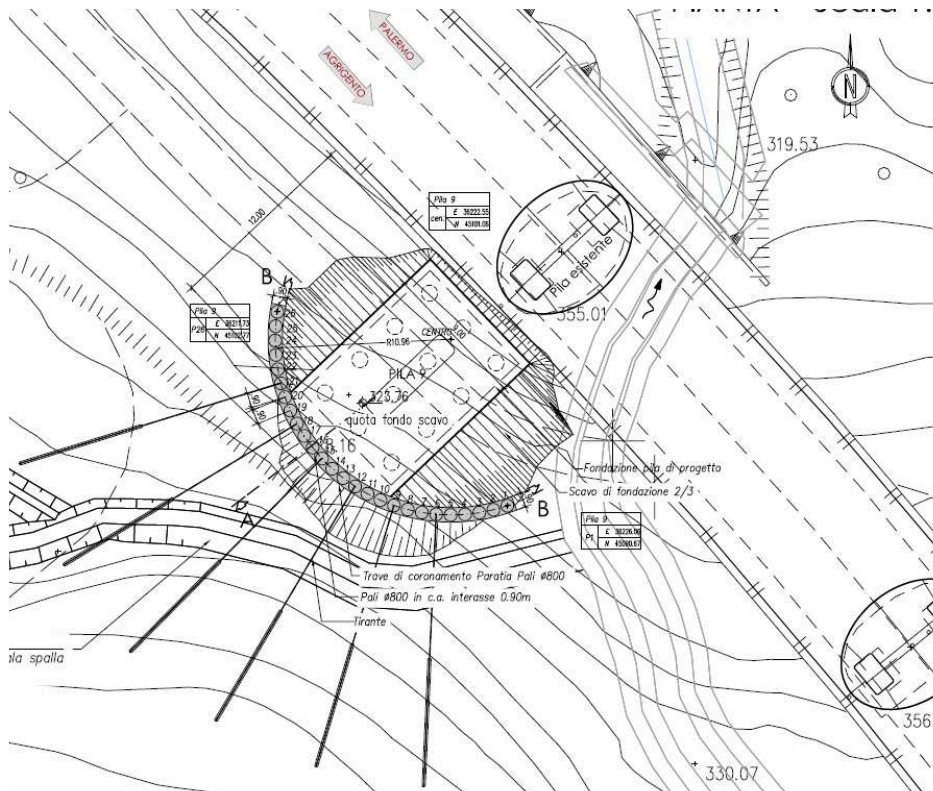


Figura 2 – Planimetria paratia provvisoria Pila 9-In alto soluzione di progetto esecutivo in basso proposta di modifica tecnica

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Nota tecnica e di calcolo opere provvisionali pila n.9 viadotto Ferruzzi 1

SVILUPPATA B-B ASSE PARATIA PILA 9
scala 1:100

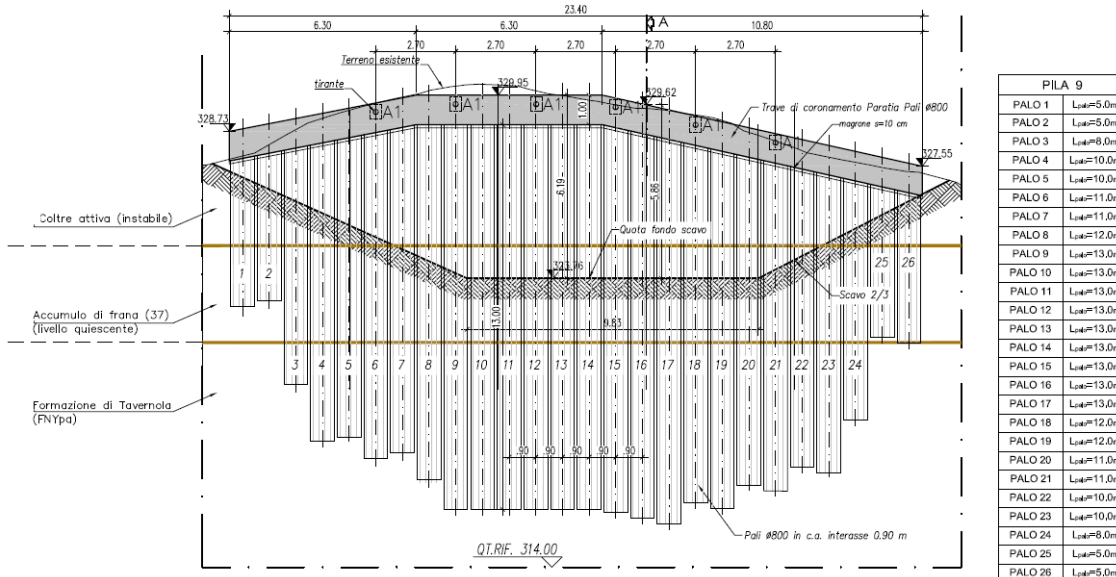


TABELLA TIRANTI

| Ordine | lungh. libera (m) | lungh. bulbo (m) | lungh. tot. (m) | trefoli (n°) | int. (m) | tipo nominale (kN) | pretiro (kN) | incl. (gradi) | Ø perf. (mm) | n° tiranti |
|--------|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|----------|--------------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| A1 | 14,00 +0,50 per tesatura | 8,00 | 22,00 | 5 | 2,70 | 326 | 160 | 20° | 180 | 6 |

SVILUPPATA B-B ASSE FILA 1 PARATIA PILA 9
scala 1:100

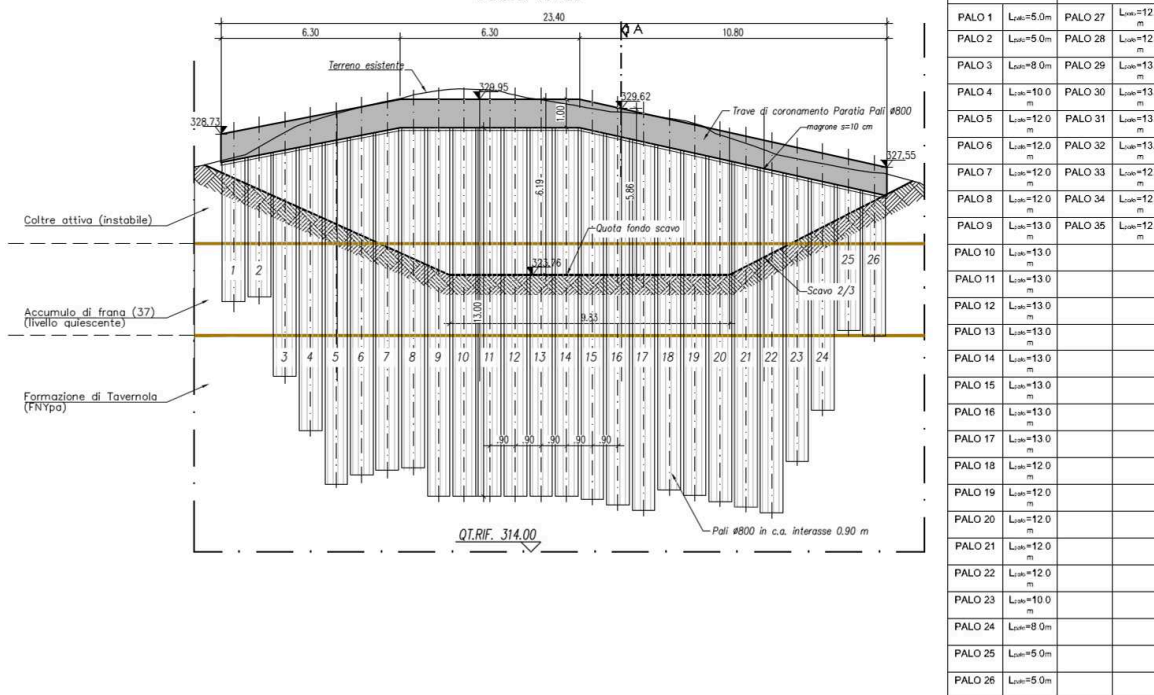


Figura 3 – Prospetto frontale paratia provvisoria Pila 9- In alto soluzione di progetto esecutivo in basso

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono stati eseguiti in accordo alle seguenti disposizioni normativo – tecniche.

- [1] L. 5.11.1971, n° 1086 – *“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.
- [2] D.M. 14.01.2008 – *“Norme tecniche per le costruzioni”*.
- [3] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - *“Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”*
- [4] Eurocodice 8 *“Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”*, febbraio 1998.

3 ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO

| | | |
|------|--|------------|
| [1] | Relazione geologica geomorfologica idrogeologica | PE_GE_RT01 |
| [2] | Relazione geotecnica | PE_GT_RT01 |
| [3] | Relazione sismica | PE_SI_RT01 |
| [4] | Relazione geotecnica corpo stradale | PE_GT_RT02 |
| [5] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 1 | PE_GT_L001 |
| [6] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 2 | PE_GT_L002 |
| [7] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 3 | PE_GT_L003 |
| [8] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 4 | PE_GT_L004 |
| [9] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 5 | PE_GT_L005 |
| [10] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 6 | PE_GT_L006 |
| [11] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 7 | PE_GT_L007 |
| [12] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 8 | PE_GT_L008 |
| [13] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 9 | PE_GT_L009 |
| [14] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 10 | PE_GT_L010 |
| [15] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 11 | PE_GT_L011 |
| [16] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 12 | PE_GT_L012 |
| [17] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 13 | PE_GT_L013 |
| [18] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 14 | PE_GT_L014 |
| [19] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 15 | PE_GT_L015 |
| [20] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 16 | PE_GT_L016 |
| [21] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 17 | PE_GT_L017 |
| [22] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 18 | PE_GT_L018 |
| [23] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 19 | PE_GT_L019 |
| [24] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 20 | PE_GT_L020 |
| [25] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 21 | PE_GT_L021 |
| [26] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 22 | PE_GT_L022 |
| [27] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 23 | PE_GT_L023 |
| [28] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 24 | PE_GT_L024 |
| [29] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 25 | PE_GT_L025 |
| [30] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 26 | PE_GT_L026 |

| | | |
|------|---|------------|
| [31] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 27 | PE_GT_L027 |
| [32] | Profilo geotecnico "Lotto 2a" – Tav. 28 | PE_GT_L028 |
| [33] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 29 | PE_GT_L029 |
| [34] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 30 | PE_GT_L030 |
| [35] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 31 | PE_GT_L031 |
| [36] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 32 | PE_GT_L032 |
| [37] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 33 | PE_GT_L033 |
| [38] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 34 | PE_GT_L034 |
| [39] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 35 | PE_GT_L035 |
| [40] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 36 | PE_GT_L036 |
| [41] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 37 | PE_GT_L037 |
| [42] | Profilo geotecnico "Lotto 2b" - asse DX dir.Agrigento Tav. 38 | PE_GT_L038 |

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

4.1 Acciaio

4.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

| | |
|--|----------------------------------|
| tensione caratteristica di rottura | $f_{tk} \geq 540$ MPa |
| tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} \geq 450$ MPa |
| allungamento caratteristico | ≥ 7.5 % |
| rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento: | $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$ |

4.2 Calcestruzzo

4.2.1 Calcestruzzo per pali

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Classe di resistenza | C30/37 |
| dimensione massima dell'inerte | $D_{max} = 32$ mm |
| classe di esposizione | XA1 |
| classe di consistenza | S3 |
| copriferro minimo | $c_{f,min} \geq 60$ mm |

4.2.2 Calcestruzzo per trave di coronamento

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Classe di resistenza | C25/30 |
| dimensione massima dell'inerte | $D_{max} = 32$ mm |
| classe di esposizione | XC2 |
| classe di consistenza | S3 |
| copriferro minimo | $c_{f,min} \geq 40$ mm |

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

5.4 Paratia pila P9

Per il raggiungimento della quota di imposta della fondazione (+323.76 m s.l.m.) sarà realizzata una paratia costituita da due file di pali $\phi 800$ in c.a. di lunghezza massima nella zona di massimo scavo pari a $L=13\text{m}$.

La prima fila prevede pali disposti ad interasse $i=90\text{cm}$, mentre la seconda fila prevede pali disposti ad interasse $i=180\text{cm}$. La trave di coronamento che collega le due file di pali presenta base 250cm e altezza 100cm .

Per un breve tratto iniziale, sui due lati della paratia corrispondente ai primi circa 5 pali, ove l'altezza di scavo risulta molto inferiore di quella massima, è stata prevista la realizzazione di una sola fila di pali, ed in tali tratti la trave di coronamento in c.a. a sezione rettangolare ha una base $b=90\text{cm}$ ed una altezza $h=100\text{cm}$.

Nei paragrafi successivi si riportano le

6 CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONI DI CARICO

6.1 Verifiche allo stato limite ultimo

Le analisi sono state effettuate in conformità alla al DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni). In particolare, la norma prevede due condizioni di verifica distinte. La prima combinazione, indicata con la sigla **STR**, è quella di riferimento per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali. La terza, indicata con la sigla **GEO**, è di riferimento per le verifiche di stabilità geotecnica. Per le verifiche di resistenza allo stato limite ultimo si adotta l'approccio 1 previsto dalla normativa. Nella tabella sotto si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (moltiplicativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno).

Tabella 1 – Combinazioni per analisi statiche SLU

| | Azioni (γ_F) | | | | Proprietà del terreno (γ_M) | | |
|----------------|-----------------------|------------|-------------|------------|--------------------------------------|------|------|
| | Permanenti | | Variabili | | tan φ' | c' | cu |
| | sfavorevoli | favorevoli | sfavorevoli | favorevoli | | | |
| STRU (A1 + M1) | 1.30 | 1.00 | 1.50 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| GEO (A2 + M2) | 1.00 | 1.00 | 1.30 | 0.00 | 1.25 | 1.25 | 1.40 |

6.2 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali (SLU STR)

Si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali. L'analisi può essere svolta utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1.

6.3 Verifiche stabilità geotecnica (SLU GEO)

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO), si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi può essere condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto della spinta attiva è maggiore, e quello della resistenza passiva è minore, dei corrispondenti valori caratteristici.

La verifica di stabilità globale si effettua con la Combinazione 2 dell'Approccio 1 (A2+M2+R2), in cui, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R2) sono unitari ed equivalenti a (R1).

6.4 Analisi dei carichi

- Azioni permanenti – Le azioni permanenti sono costituiti dai pesi propri delle strutture portanti e delle sovrastrutture. Sono valutati moltiplicando il volume calcolato geometricamente per i pesi specifici dei materiali.
- Azioni sismiche – Trattandosi di opera provvisoria di durata inferiore a 2 anni, come previsto dal Par. 2.4.1 del D.M. 14.01.2008 si omettono le verifiche sotto azioni sismiche.

Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni delle normative vigenti in funzione delle particolari strutture dell'opera in esame.

Spinta statica del terreno

Si definiscono la spinta attiva e la spinta passiva:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K$$

K rappresenta il coefficiente di spinta di Coulomb che vale:

$$K_A = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \text{ coefficiente di spinta attiva}$$

$$K_P = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \text{ coefficiente di spinta passiva}$$

dove φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni.

Spinta idrostatica

La presenza del livello di falda determina una sovraspinta a tergo della paratia. Il diagramma della pressione idrostatica risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni.

7 METODOLOGIA DI ANALISI

Il modello di calcolo è stato realizzato con il programma Paratie Plus 2012 versione 10.0.0.3 della Ce.A.S. La finalità delle analisi è quella di esaminare gli aspetti tenso-deformativi del sistema geotecnico terreno-struttura nel suo insieme, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere. La modellazione è quindi idonea anche ad indagare la stabilità globale del sistema geotecnico struttura-terreno, i fenomeni deformativi indotti nell'intorno dalle operazioni di scavo e consente di ottenere campi di spostamento tenendo conto dei fenomeni di interazione terreno struttura.

Tale modellazione, opportunamente svolta sulle opere provvisionali (paratie e scavi non sostenuti), ha consentito di cogliere il comportamento del sistema geotecnico strutturale.

In ogni caso, tutte le analisi sono state condotte mediante modellazioni volte a rappresentare il sistema geotecnico struttura-terreno, simulando la successione delle principali fasi costruttive previste: prescavi, realizzazione delle opere di sostegno, esecuzione delle varie fasi di scavo e posa in opera delle eventuali strutture di contrasto (centine o tiranti).

Nel seguito, dopo una breve descrizione dei legami costitutivi adottati si riportano i valori dei parametri di progetto assunti nelle analisi, si descrivono le fasi modellate e, per ciascuna sezione analizzata, si riassumono i principali risultati ottenuti.

7.1 Legami costitutivi adottati

Di seguito, si sintetizzano i valori dei parametri geotecnici adottati nelle analisi:

Unità LSA C – Limi sabbiosi argillosi della coltre instabile

| | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| $\gamma = 20.0$ | kN/m ³ | peso di volume naturale |
| $c' = 0$ | kPa | coesione efficace |
| $\varphi' = 15$ | ° | angolo di resistenza al taglio |
| $\psi' = 0$ | ° | angolo di dilatanza |
| $E' = 15$ | MPa | modulo elastico di deformazione |

Unità LSA – Limi sabbiosi argillosi

| | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| $\gamma = 20.5$ | kN/m ³ | peso di volume naturale |
| $c' = 5$ | kPa | coesione efficace |
| $\varphi' = 26$ | ° | angolo di resistenza al taglio |
| $\psi' = 0$ | ° | angolo di dilatanza |
| $E' = 100$ | MPa | modulo elastico di deformazione |

Unità AG – Argille limose grigie

| | | |
|-----------------|-------------------|-------------------------|
| $\gamma = 20.5$ | kN/m ³ | peso di volume naturale |
|-----------------|-------------------|-------------------------|

| | | |
|-----------------|-----|---------------------------------|
| $c' = 20$ | kPa | coesione efficace |
| $\varphi' = 26$ | ° | angolo di resistenza al taglio |
| $\psi' = 0$ | ° | angolo di dilatanza |
| $E' = 190$ | MPa | modulo elastico di deformazione |

Le paratie sono state modellate con elementi tipo beam, caratterizzati da un legame costitutivo elastico-lineare definibile con il modulo di Young E del calcestruzzo (30 GPa) e con il momento di inerzia J della sezione resistente considerata (palo $\phi 800$). Nelle analisi è stato opportunamente tenuta in conto la spaziatatura dei pali, dividendo J per l'interasse i.

7.2 Modello FEM

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera e degli scavi. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Sono stati prodotti due modelli di calcolo. Il primo prevede lo scavo di altezza massima di 6.19m con il terreno a monte sostenuto da una paratia a doppia fila. Il secondo modello prevede una paratia singola di pali. E' stato utilizzato per determinare l'altezza minima di scavo per la quale è sufficiente l'impiego di una paratia a palo singolo. Tale altezza risulta essere 3.95m.

Nel seguito si illustrano, per ciascuna delle suddette sezioni di calcolo, le fasi di calcolo mostrando la configurazione geometrica del modello per le principali fasi dell'analisi. I risultati delle analisi saranno riportati nel capitolo successivo.

7.2.1 Paratia pila 9 – Doppia fila

Le fasi considerate nell'analisi sono due:

1. Generazione dello stato tensionale iniziale con esecuzione della paratia di pali
2. Scavo fino al raggiungimento della massima profondità di scavo

| Soil | γ_t | c' | S_u | ϕ | OCR | ϕ_{CV} | ϕ_{PK} | Elastic param. |
|-------|----------------------|-------|-------|--------|-----|-------------|-------------|--|
| Name | (kN/m ³) | (kPa) | (kPa) | (deg) | | (deg) | (deg) | $E = \text{kPa}, K_{vc} = \text{kN/m}^3$ |
| LSA C | 20 | 0 | - | 15 | 1 | - | - | $E = 15000, K_{vc} = 24000$ |
| LSA | 20.5 | 5 | - | 25 | 1 | - | - | $E = 100000, K_{vc} = 160000$ |
| AG | 20.6 | 20 | - | 25 | 1 | - | - | $E = 190000, K_{vc} = 320000$ |

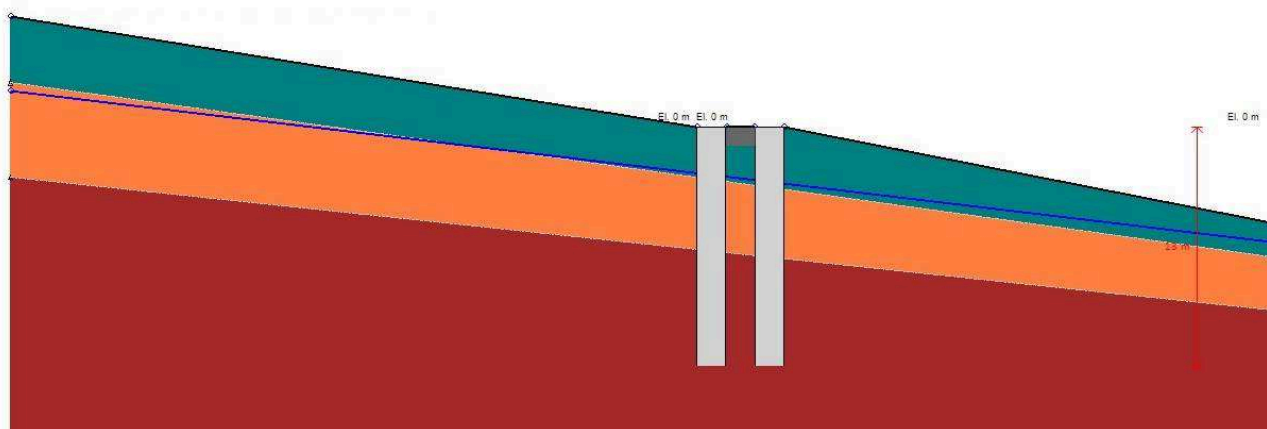


Figura 4 – Modello del terreno pre-scavo

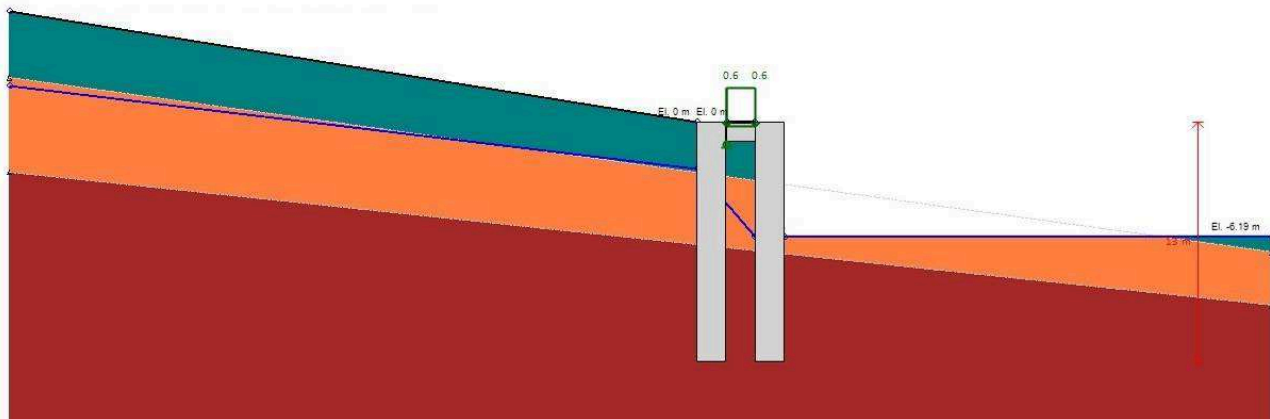


Figura 5 – Modello del terreno post-scavo

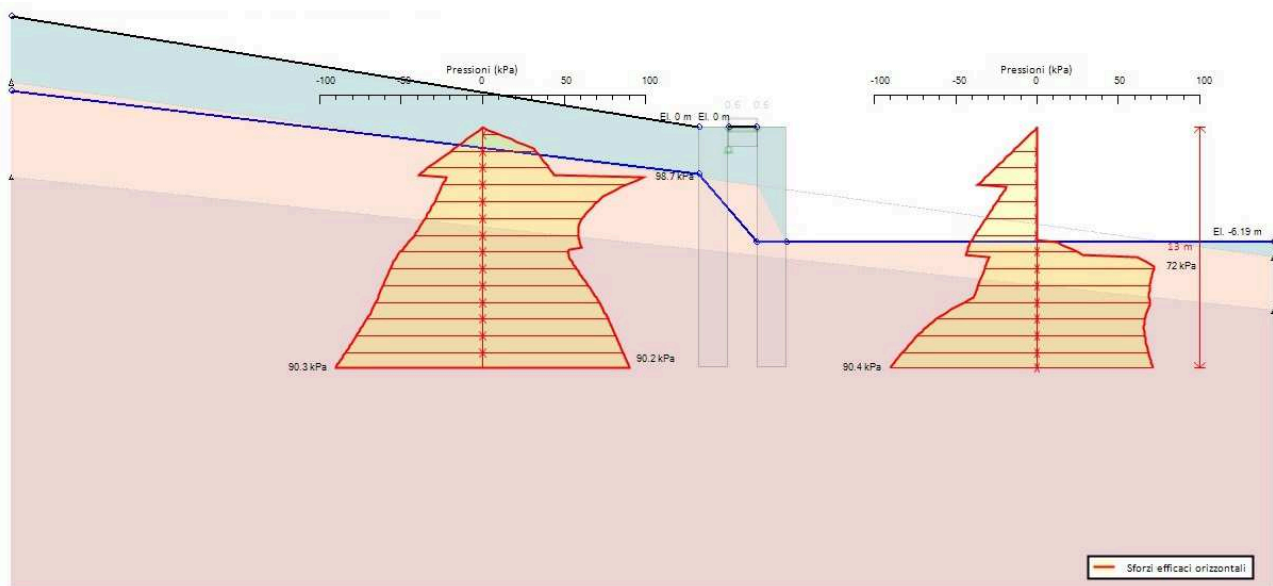


Figura 6 – Sforzi efficaci orizzontali

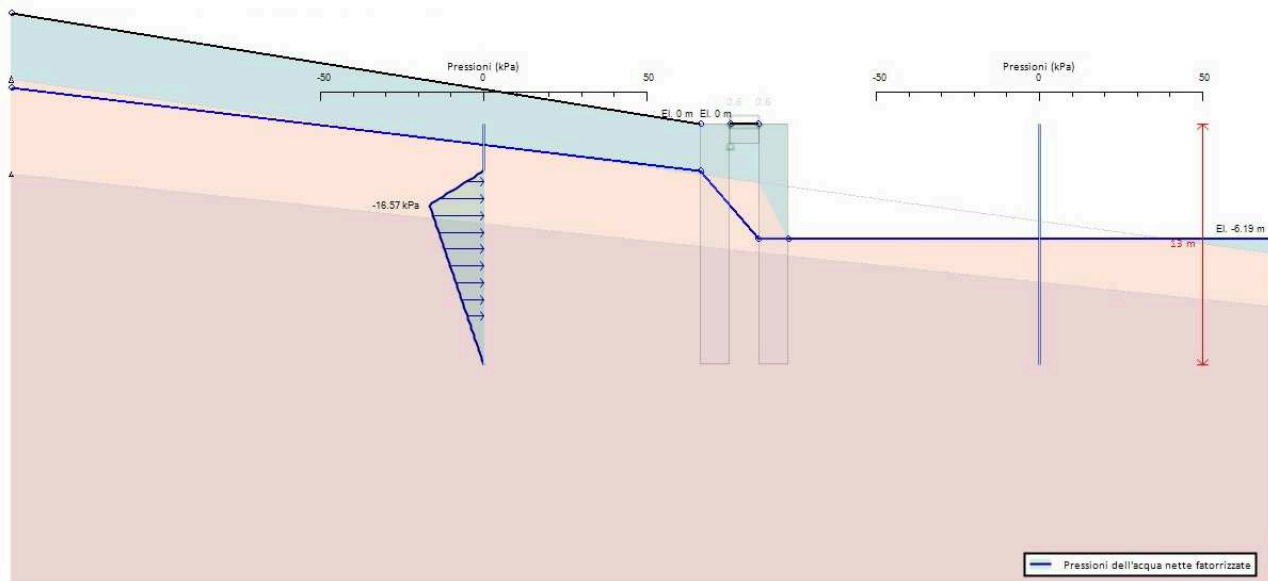


Figura 7 – Carico idraulico netto

7.2.2 Paratia pila 9 – Fila singola

Le fasi considerate nell'analisi sono due:

3. Generazione dello stato tensionale iniziale con esecuzione della paratia di pali
4. Scavo fino al raggiungimento della massima profondità di scavo

| Soil | γ_t | c' | S_u | ϕ' | OCR | ϕ_{CV} | ϕ_{PK} | Elastic param. |
|-------|----------------------|-------|-------|---------|-----|-------------|-------------|--|
| Name | (kN/m ³) | (kPa) | (kPa) | (deg) | | (deg) | (deg) | $E = \text{kPa}, K_{VC} = \text{kN/m}^3$ |
| LSA C | 29 | 0 | - | 15 | 1 | - | - | $E = 15000, K_{VC} = 24000$ |
| LSA | 20.5 | 5 | - | 25 | 1 | - | - | $E = 100000, K_{VC} = 180000$ |
| AG | 20.5 | 20 | - | 38 | 1 | - | - | $E = 90000, K_{VC} = 570000$ |

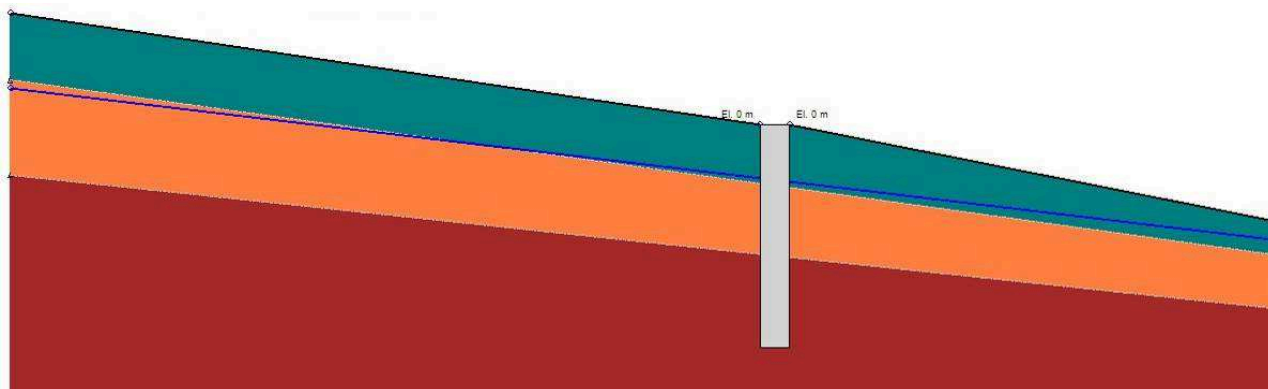


Figura 8 – Modello del terreno pre-scavo

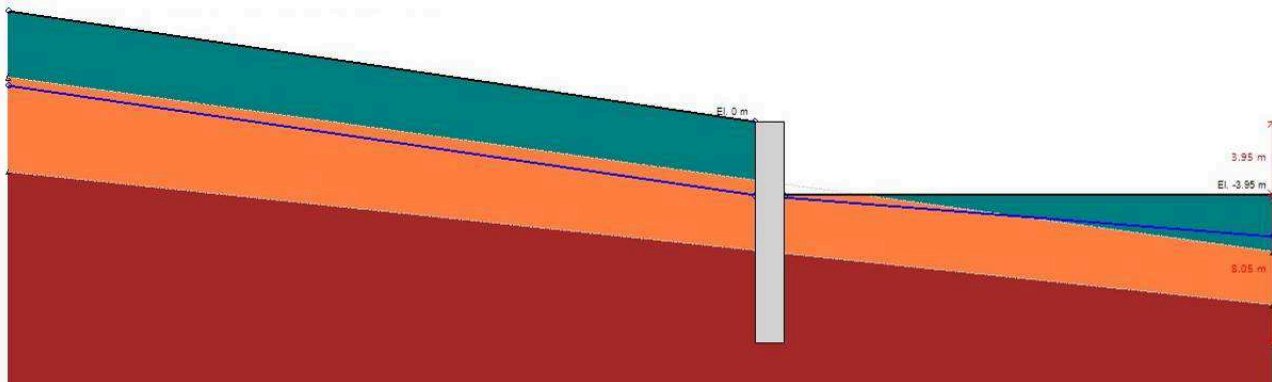


Figura 9 – Modello del terreno post-scavo

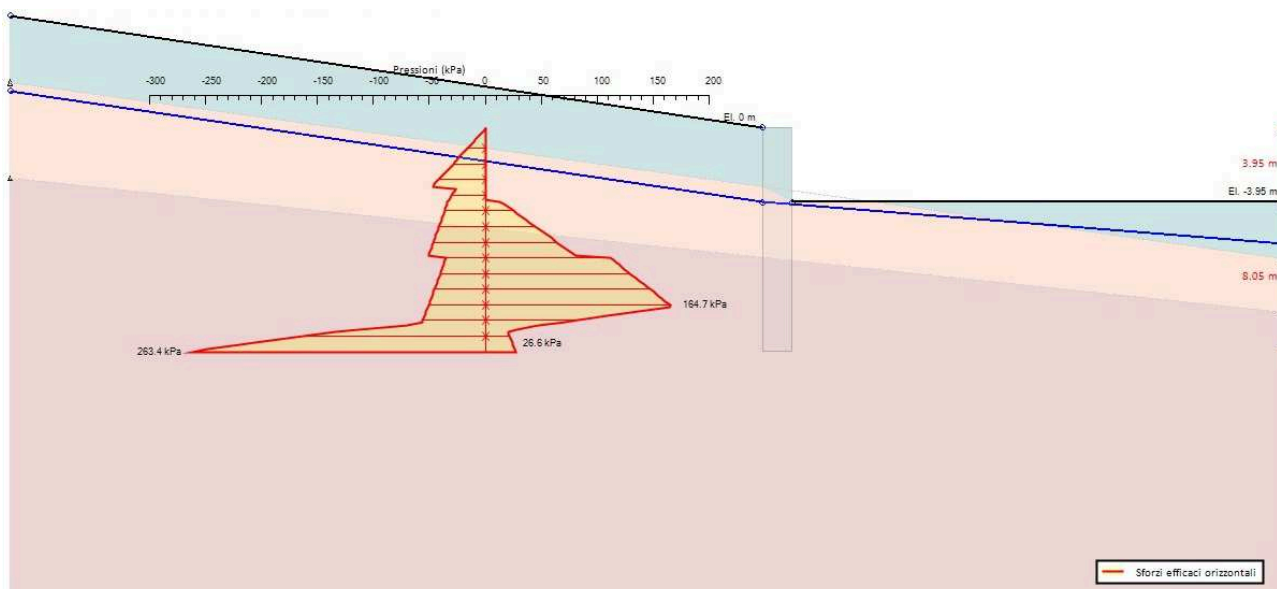


Figura 10 – Sforzi efficaci orizzontali

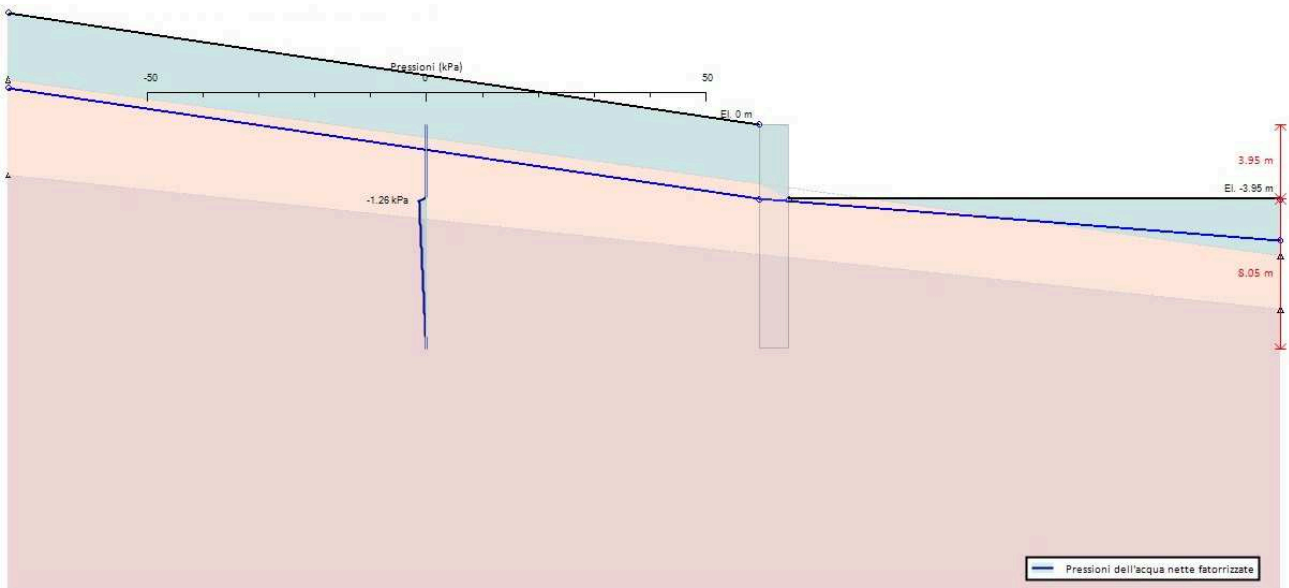


Figura 11 – Carico idraulico netto

8 SPOSTAMENTI E SOLLECITAZIONI DELLE PARATIE

Sotto, si riportano i principali risultati delle analisi utili al dimensionamento ed al controllo in corso d'opera delle strutture delle opere provvisionali.

8.1 Paratia pila 9 – Doppia fila

Nella Figura 12 si riporta la deformata del sistema: lo spostamento orizzontale massimo allo SLU della paratia è $s_{hmax} = 1.7$ mm circa.

Dalla Figura 13 alla Figura 14 sono riportati i diagrammi del momento flettente e del taglio ottenuti a SLE per i pali di valle e di monte. Le massime sollecitazioni risultano:

$$M = 157.20 \text{ kNm/m} \quad \text{momento massimo palo}$$

$$T = 89.70 \text{ kN/m} \quad \text{taglio massimo palo}$$

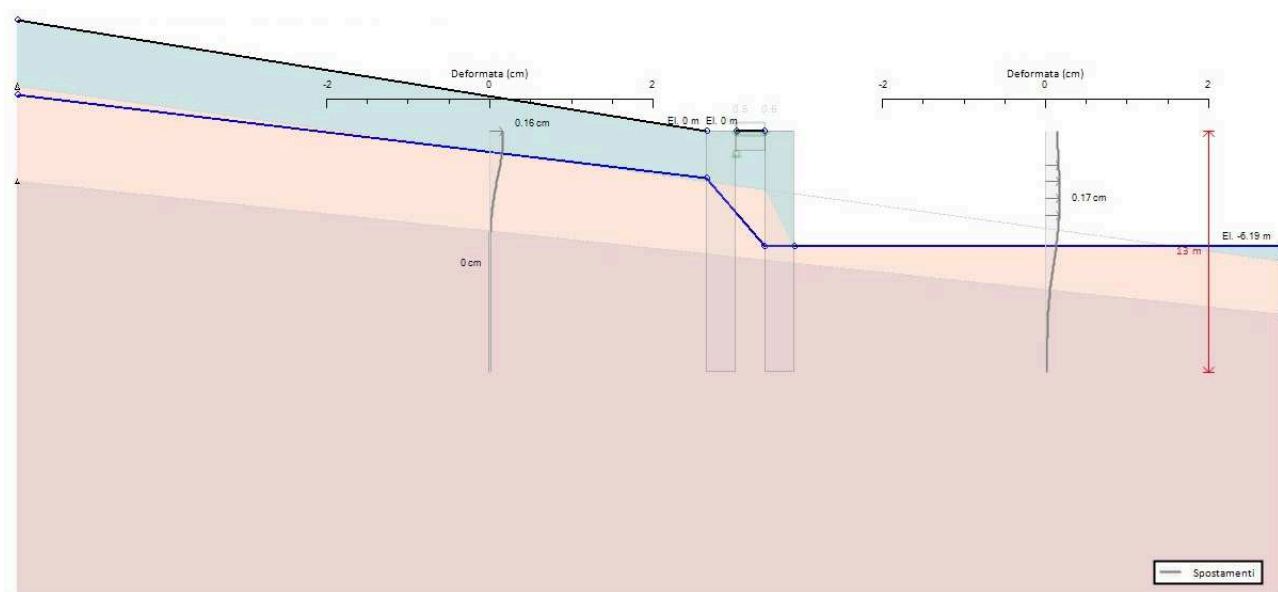


Figura 12 – Mesh deformata

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Nota tecnica e di calcolo opere provvisionali pila n.9 viadotto Ferruzze 1

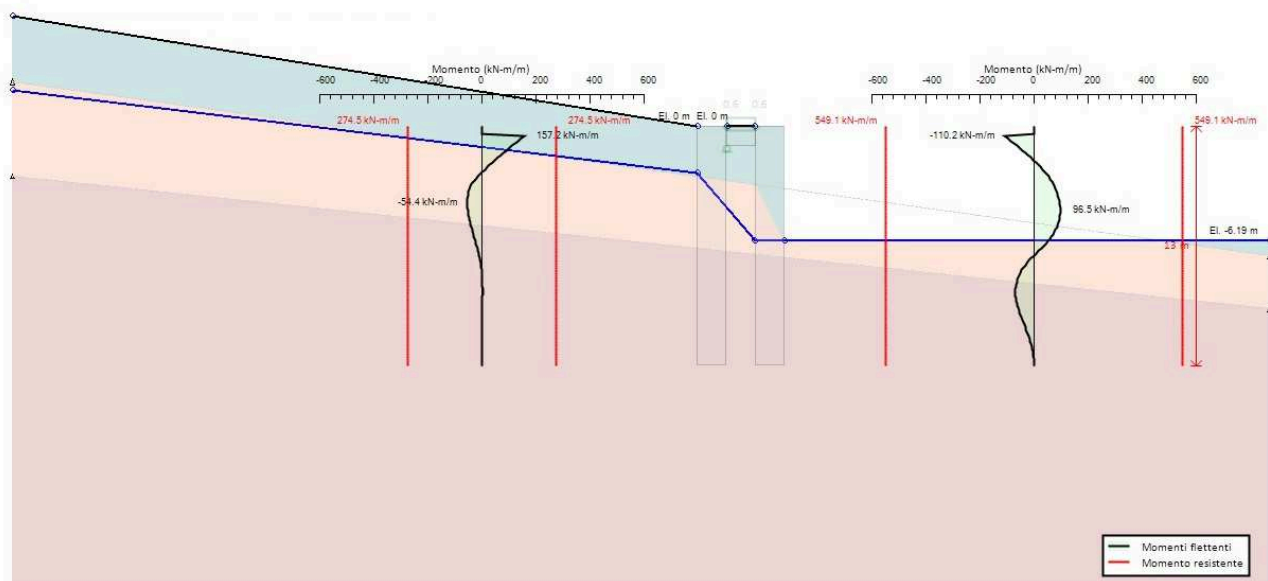


Figura 13 – Momento flettente: $M_{max} = 157.20 \text{ kNm/m}$

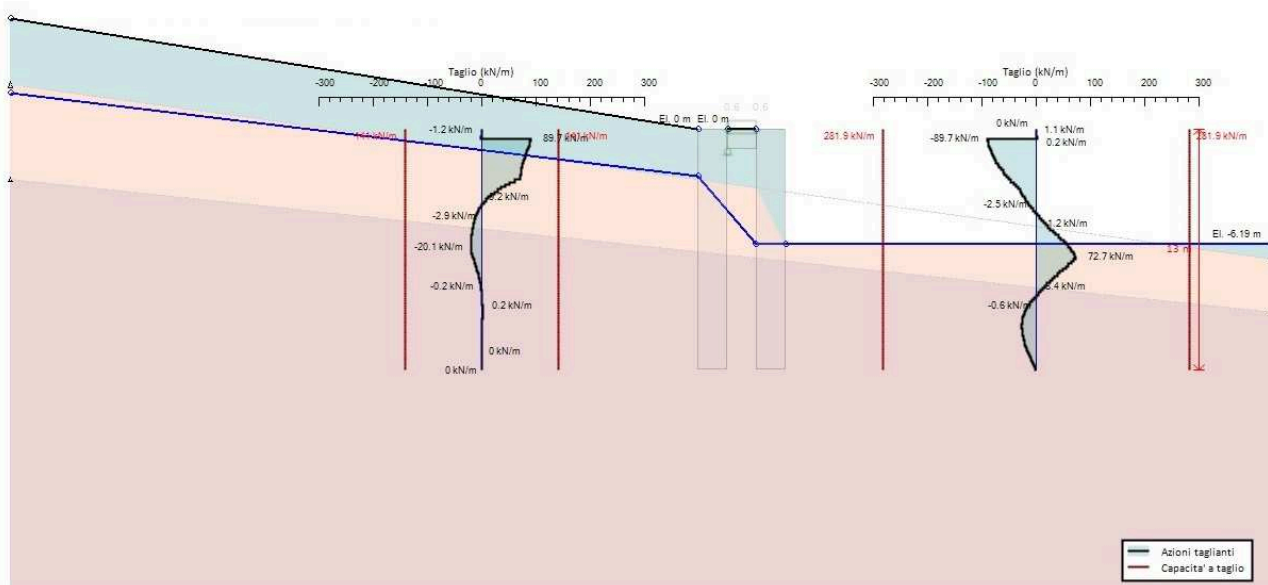


Figura 14 – Taglio: $T_{max} = 89.7 \text{ kN/m}$

8.1 Paratia pila 9 – Fila singola

Nella Figura 15 si riporta la deformata del sistema: lo spostamento orizzontale massimo allo SLU della paratia è $S_{nmax} = 1.7$ mm circa.

Dalla Figura 16 alla Figura 17 sono riportati i diagrammi del momento flettente e del taglio ottenuti a SLE per i pali di valle e di monte. Le massime sollecitazioni risultano:

Le massime sollecitazioni risultano:

$M = 512.90$ kNm/m momento massimo palo

$T = 218.30$ kN/m taglio massimo palo

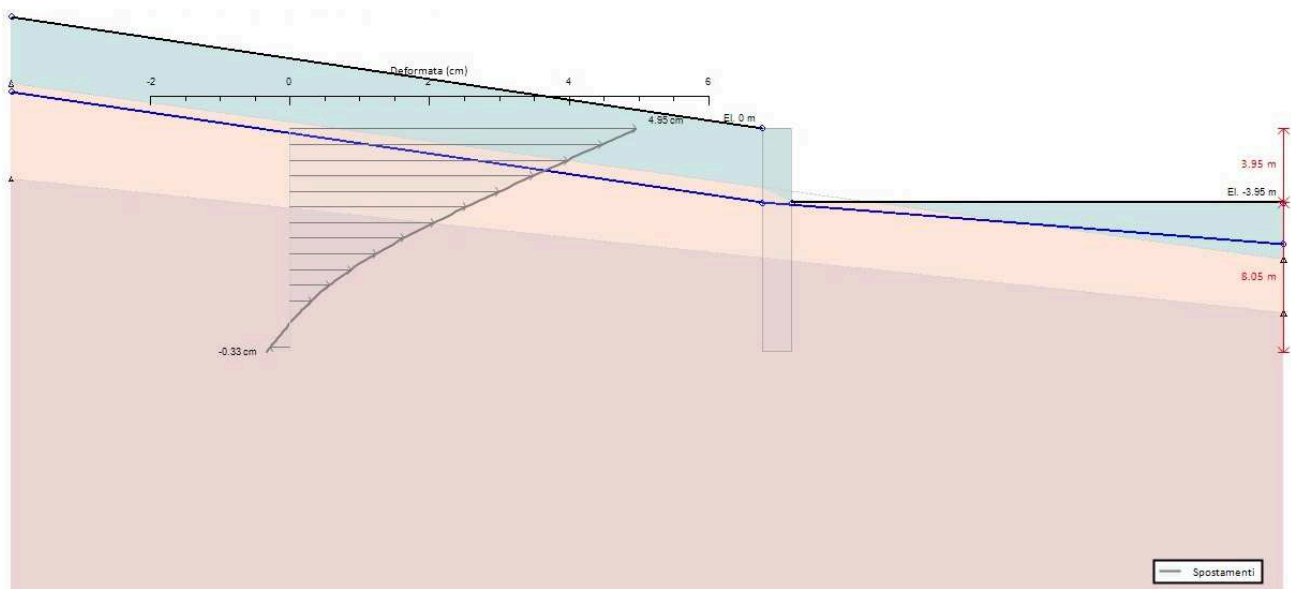


Figura 15 – Mesh deformata

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Nota tecnica e di calcolo opere provvisionali pila n.9 viadotto Ferruzze 1

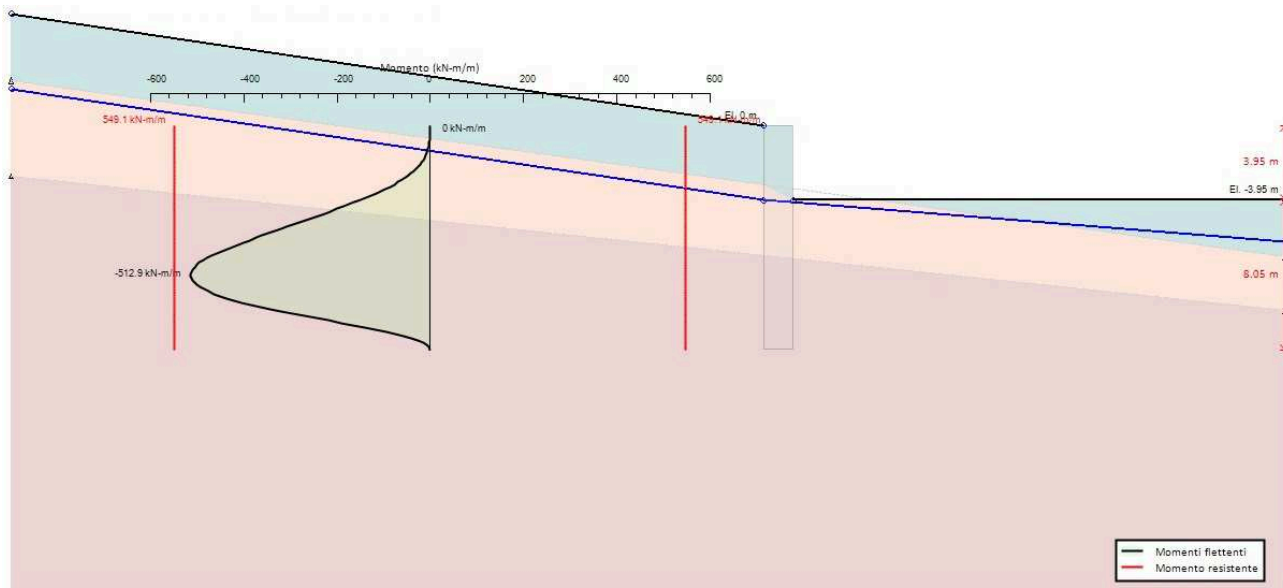


Figura 16 – Momento flettente: $M_{max} = 512.90 \text{ kNm/m}$

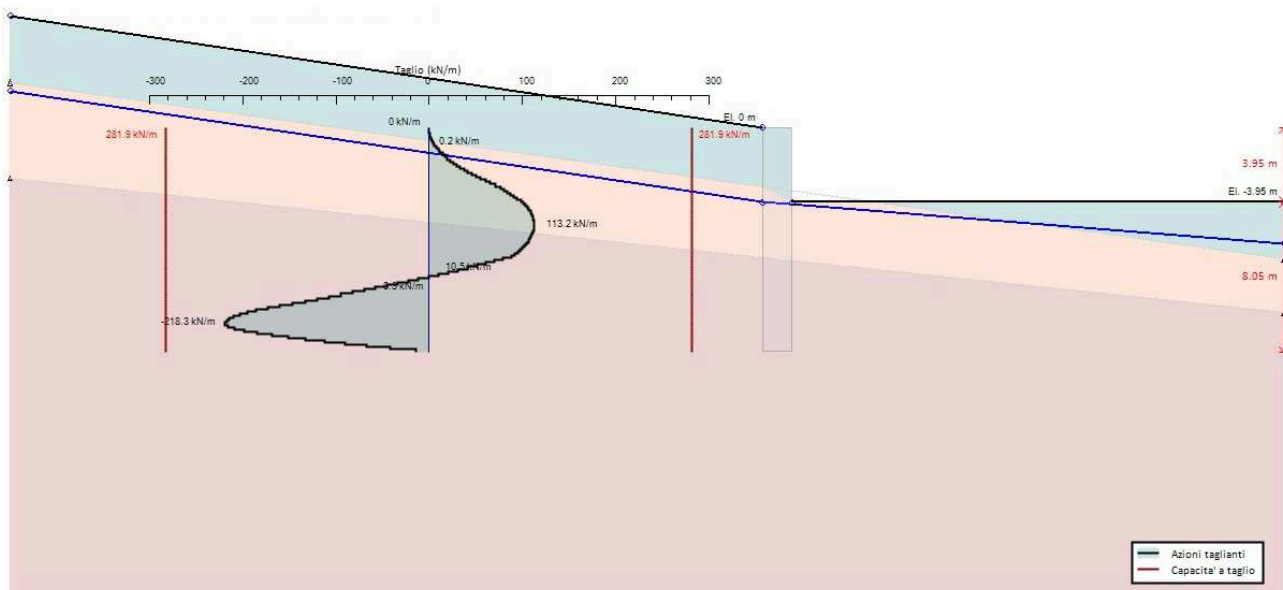


Figura 17 – Taglio: $T_{max} = 218.30 \text{ kN/m}$

9 VERIFICHE DI RESISTENZA

9.1 Paratia pila 9

Pertanto si considerano le paratie costituita da pali di diametro 800 mm, copriferro netto 6.0cm con armatura longitudinale pari a 16 Φ 18 e staffe Φ 12/20. Le sollecitazioni massime risultanti dal modello di calcolo e da utilizzarsi nelle verifiche sono:

9.1.1 Paratia pila 9 – Doppia fila

M = 282.996 kNm momento massimo palo
T = 168.901 kN taglio massimo palo

9.2.1 Paratia pila 9 – Fila singola

M = 461.574 kNm momento massimo palo
T = 196.443 kN taglio massimo palo

Da cui risulta:

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Circolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resistenza compress. di calcolo fcd: 141,60 daN/cm²
Resistenza compress. ridotta fcd': 70,80 daN/cm²
Deform. unitaria max resistenza ec2: 0,0020
Deformazione unitaria ultima ecu: 0,0035
Diagramma tensioni-deformaz.:Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 314750 daN/cm²
Coeff. di Poisson: 0,20
Resis. media a trazione fctm: 25,60 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk: 4500,0 daN/cm²
Resist. caratt. a rottura ftk: 4500,0 daN/cm²
Resist. a snerv. di calcolo fyd: 3913,0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913,0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0,068 daN/cm²
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|----------------------------|-------|-------------------------|
| Diametro sezione: | 80,0 | cm |
| Barre circonferenza: | 16Ø18 | (40,7 cm ²) |
| Coprif.(dal baric. barre): | 7,0 | cm |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |
| Vy | Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione |
| MT | Momento torcente [daN m] |

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|------|-------|-------|----|
| 1 | 4700 | 23400 | 16510 | 0 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|------|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 6,1 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 11,1 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 4,9 | cm |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

| | |
|----------------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione) |
| Mx | Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| N ult | Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.) |
| Mx ult | Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yneutro x/d | Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez. Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N ult | M ult | Mis.Sic. | Yn | x/d |
|--------|-----|---|-------|-------|-------|----------|-------|------------|
| 1 | S | 0 | 46157 | 0 | 49110 | 1,064 | 16,71 | 0,2261 --- |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione) |
| Yf max | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | ec 3/7 | Yc max | ef min | Yf min | ef max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0,00350 | -0,00334 | 40,0 | 0,00210 | 33,0 | -0,01198 | -33,0 |

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

| | | |
|------------------|------|--|
| Diametro staffe: | 12 | mm |
| Passo staffe: | 20,0 | cm [Passo massimo di normativa = 21,6 cm] |
| N.Bracci staffe: | 2 | |
| Area staffe/m : | 11,3 | cm ² /m [Area Staffe Minima NTC = 2,6 cm ² /m] |

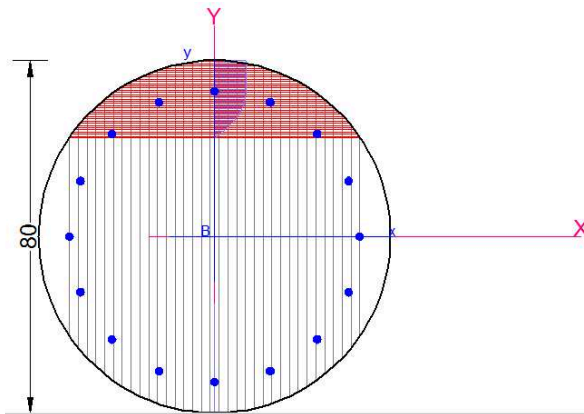
METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Nota tecnica e di calcolo opere provvisionali pila n.9 viadotto Ferruzze 1

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata |
| Vsdu | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vrd | Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC] |
| Vcd | Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato |
| Vwd | Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe |
| bw | Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro |
| Teta | Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato |
| Acw | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione |
| Afst | Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m] |

| N°Comb | Ver | Vsdu | Vrd | Vcd | Vwd | bw | Teta | Acw | Afst |
|--------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 1 | S | 19644 | 17687 | 91654 | 63774 | 64,7 | 21,80 | 1,007 | 2,9 |



10 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

La fase maggiormente critica per la stabilità del sistema geotecnico struttura-terreno risulta essere quella in cui si raggiunge la massima profondità di scavo.

Il programma di calcolo ha implementato tre metodi per l'analisi di stabilità dei pendii: Bishop, Morgentern-Price e Spencer.

La verifica può essere effettuata indipendentemente dalla presenza della paratia. Quando modellata, la paratia e i relativi supporti possono contribuire alla stabilità del versante.

E' stata imposta come profondità minima della superficie di scivolamento il piede della paratia, mentre è stata ipotizzata una maglia di centri tramite la quale il programma, per iterazioni successive, determina raggio della superficie, suddivisione in conci e infine calcola il corrispondente fattore di sicurezza FS.

10.1 Paratia pila 9

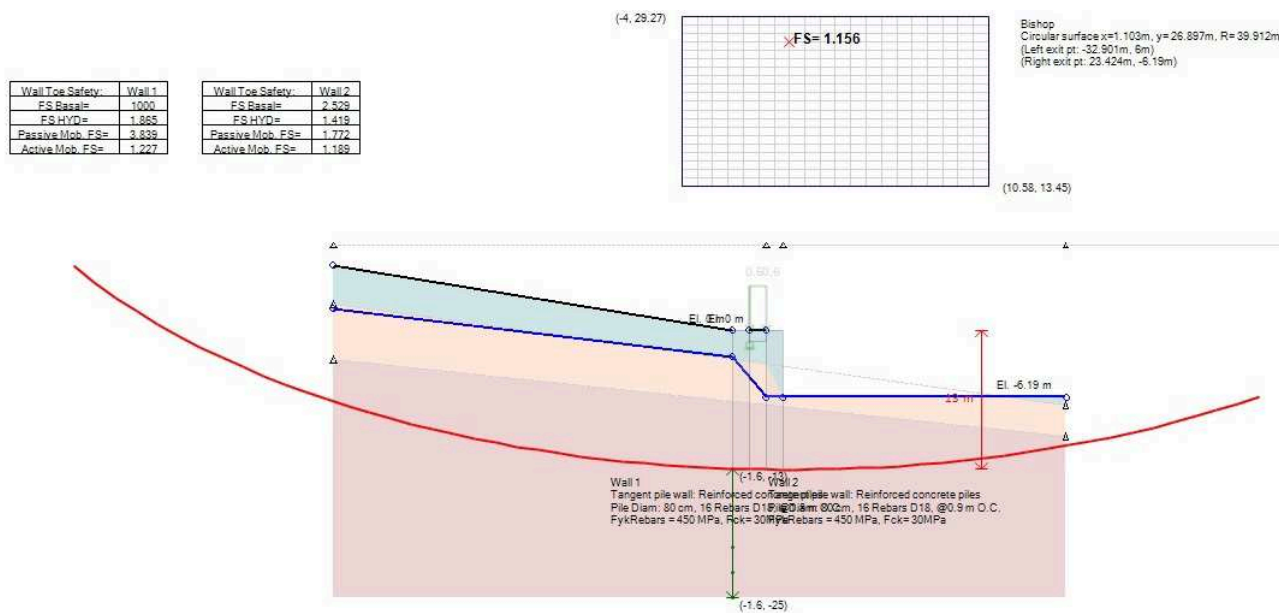


Figura 18 – Analisi di stabilità

La superficie così' calcolata presenta Raggio R=39.912m a cui corrisponde un fattore di sicurezza FS=1.156>1.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Nota tecnica e di calcolo opere provvisionali pila n.9 viadotto Ferruzze 1

11 ALLEGATI FASCICOLO DEI CALCOLI

Paratia a doppia fila –fascicolo dei calcoli Paratie Plus 2012

Copyright@2009 - 2012 Deep Excavation LLC: www.deepexcavation.com A program for the evaluation of deep excavations Deep Excavation LLC, Astoria, New York, www.deepexcavation.com Ce.A.S , Centro di Analisi Strutturale, viale Giustiniano 10, 20129 Milano . www.ceas.it.

Project: My Project

Company: My Company
Prepared by engineer: Engineer
File number: 1
Time: 1/27/2014 4:44:48 PM

THIS PROGRAM IS PROTECTED BY U.S. COPYRIGHT LAWS AS DESCRIBED IN THE EULA. UNAUTHORIZED COPYING IS PROHIBITED. LICENSED TO: Deep Excavation LLC BY DEEP EXCAVATION LLC UNDER SPECIFIC LICENCE. This report has printed because the user has accepted responsibility as described in the disclaimer and EULA
File: C:\Users\Public\Documents\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP

ANALYSIS AND CHECKING SUMMARY

Summary vs Design Section

| Base Section - Service | Wall Moment | Wall Shear | Wall Displacement | Max Support | Critical Support | Embedment | Comments |
|--------------------------------------|-------------|------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reaction (kN/m) | Check | Wall FS | |
| Base Section - Service | 157.22 | 89.74 | 0.16 | 91.6 | 0.213 | 1.772 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 157.07 | 95.1 | 0.11 | 97.27 | 0.215 | 2.328 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 157.22 | 89.74 | 0.16 | 91.6 | 0.213 | 1.772 | Calculation successful |

Extended Summary

| | Calculation Result | Wall Displacement | Settlement | Wall Moment | Wall Moment |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Base Section - Service | Calculation successful | 0.17 | 0.52 | 157.22 | 283 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.12 | 0.37 | 157.07 | 282.72 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.17 | 0.52 | 157.22 | 283 |

| | Wall Shear | Wall Shear | STR Combined | STR Moment | STR Shear | Wall Concrete Service |
|-----------------------------------|------------|------------|--------------|------------|------------|-----------------------|
| | (kN/m) | (kN) | Wall Ratio | Wall Ratio | Wall Ratio | Stress Ratio FIC |
| Base Section - Service | 89.74 | 161.44 | 0.573 | 0.573 | 0.636 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 95.1 | 168.9 | 0.572 | 0.572 | 0.666 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 89.74 | 161.44 | 0.573 | 0.573 | 0.636 | N/A |

| | Wall Reinforcement Service | Max Support | Max Support | Critical | STR Support | Support Geotech |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|
| | Stress Ratio FIS | Reaction (kN/m) | Reaction (kN) | Support Check | Ratio | Capacity Ratio (pull out) |
| Base Section - Service | N/A | 91.6 | 91.6 | 0.213 | 0.213 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 97.27 | 97.27 | 0.215 | 0.215 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 91.6 | 91.6 | 0.213 | 0.213 | N/A |

| | FS | Toe FS | Toe FS | Toe FS | Zcut | FS Mobilized | FS |
|-----------------------------------|-------|---------|----------|--------|-----------|--------------|-------------|
| | Basal | Passive | Rotation | Length | (Paratie) | Passive | True/Active |
| Base Section - Service | 2.529 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.772 | 1.189 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3.161 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.328 | 1.542 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2.529 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.772 | 1.189 |

| | Hydraulic | Qflow | FSslope |
|--------------------------------|-----------|---------|---------|
| | Heave FS | (m3/hr) | |
| Base Section - Service | 1.419 | N/A | 1.156 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 1.419 | N/A | 1.445 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1.419 | N/A | 1.156 |

Critical Items

| | Critical Value | Critical Design Section | Critical Stage | Critical Wall | Critical Item Index |
|-------------------------------|----------------|---|----------------|---------------|---------------------|
| Wall Moment Check | 0.573 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 157.22 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Moment (kN-m) | 282.996 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 274.547 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Shear (kN/m) | 95.104 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: Stabilità | 2: Wall 2 | 4 |
| Wall Shear (kN) | 168.901 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Shear Check | 0.666 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 140.967 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Displacements (cm) | 0.172 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 3: Stabilità | 2: Wall 2 | N/A |
| Support Reaction (kN) | 97.274 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN/m) | 97.274 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check | 0.215 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: Stabilità | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check STR | 0.215 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: Stabilità | 1: Wall 1 | 0 |
| Toe FS Passive Mob (Paratie) | 1.772 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 3: Stabilità | 2: Wall 2 | 3 |
| Basal FS (Classic) | 2.529 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 3: Stabilità | 1: Wall 1 | 3 |

Support Results

| | Critical Value | Critical Design Section | Critical Stage | Critical Wall | Critical Item Index |
|------------------|----------------|---|----------------|---------------|---------------------|
| Support Reaction | 97.274 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |

| | | | | | |
|-------------------|--------|---|--------------|-----------|---|
| Support Reaction | 97.274 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check | 0.215 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: Stabilità | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check STR | 0.215 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: Stabilità | 1: Wall 1 | 0 |

Wall Results

| | Critical Value | Critical Design Section | Critical Stage | Critical Wall | Critical Item Index |
|-------------------------------|----------------|---|----------------|---------------|---------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 282.996 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 282.996 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -99.198 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 2: Wall 2 | 35 |
| Wall Moment Check | 0.573 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 274.547 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Shear (kN) | 168.901 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Shear Check | 0.666 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 140.967 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 2: Fase 2 | 1: Wall 1 | 4 |

Max. Moment vs Stage

| | Base Model | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -4.63 | -2.02 | -4.63 |
| M stg2 (kN-m/m) | 157.22 | 157.07 | 157.22 |
| M stg3 (kN-m/m) | 157.22 | 157.07 | 157.22 |

Max. Shear vs Stage

| | Base Model | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|------------|-------|-------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 4.31 | -1.04 | 4.31 |
| V stg2 (kN/m) | 89.69 | 93.83 | 89.69 |
| V stg3 (kN/m) | 89.69 | 93.83 | 89.69 |

Max. Support F vs Stage

| | Base Model | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------------|------------|-------|-------|
| Rmax Stage 0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage 1 (kN/m) | 0.721 | 0.94 | 0.721 |

| | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Rmax Stage 2 (kN/m) | 91.595 | 97.274 | 91.595 |
| Rmax Stage 3 (kN/m) | 91.595 | 97.274 | 91.595 |

STRUCTURAL MATERIALS DATA

Steel

| Name | Strength Fy (MPa) | Fu (MPa) | Elastic E (MPa) | Density g (kN/m ³) |
|-------------|----------------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|
| Fe360 | 235.2 | 360 | 206000.2 | 77.0046 |
| Fe510 | 355.2 | 509.7 | 206000.2 | 77.0046 |
| A36 | 248.3 | 400 | 200100 | 77.0046 |
| A50 | 344.8 | 500 | 200100 | 77.0046 |
| New steel 4 | 241.4 | 413.8 | 206000.2 | 77.0046 |

Concrete

| Name | Strength Fc' (MPa) | Elastic E (MPa) | Density g (kN/m ³) | Tension Strength Ft (MPa) |
|---------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| C20/25 | 20 | 29961.9 | 25.0029 | 10 |
| C25/30 | 24.8 | 31475.7 | 25.0029 | 10 |
| Fc 3ksi | 20.7 | 21541.8 | 23.5728 | 10 |
| C28/35 | 28 | 29962 | 25 | 10 |
| C30/37 | 30 | 32836 | 25 | 10 |

Steel rebar

| Name | Strength Fy (MPa) | Elastic E (MPa) |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| Grade 60 | 413.8 | 200100 |
| Grade 75 | 517.2 | 200100 |
| Grade 80 | 551.7 | 200100 |
| Grade 150 | 1034.5 | 200100 |
| Strands 270 ksi | 1862.1 | 200100 |
| S410 | 409.7 | 210000.1 |
| S500 | 500 | 210000.1 |
| B450C | 450 | 210000 |
| Fe510 | 355.2 | 206000.2 |
| R76x6 Termic steel | 2180.2 | 200100 |
| Acciaio tiranti | 1670 | 210000 |

Wood

| Name | Ultimate Bending Srtength Fbu (MPa) | Ultimate Tensile Strength FtU (MPa) | Ultimate Shear Strength Fvu (MPa) | Density g (kN/m ³) | Elastic E (MPa) |
|---------------------|--|--|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Construction Timber | 11 | 9.7 | 5.5 | 7.8576 | 6900 |
| Regular grade | 6.9 | 6.9 | 4.1 | 7.8576 | 5520 |

STEEL

Name=material name

$f_y=f_{yk}$ = characteristic resistance for steel (for all the codes)

$F_u=f_{uk}$ = ultimate resistance for steel (for all the codes)

Elastic E = Elastic modulus

Density g = specific weight

CONCRETE

Name=material name

$f'_c=f_{ck}$ = cylindrical resistance for concrete (for all the codes)

Elastic E = Elastic modulus

Density g = specific weight

Tension strength= $f_t=f_{ctk}$ = characteristic tension resistance for concrete

STEEL REBARS

Name=material name

$f_y=f_{yk}$ = characteristic resistance for steel (for all the codes)

$F_u=f_{uk}$ = ultimate resistance for steel (for all the codes)

Elastic E = Elastic modulus

Density g = specific weight

WOOD

Name=material name

$F_b=f_{bk}$ = Ultimate bending strength

$F_{tu}=f_{tuk}$ = Ultimate tensile strength

$F_{vu}=f_{vuk}$ = Ultimate shear strength

Density g = specific weight

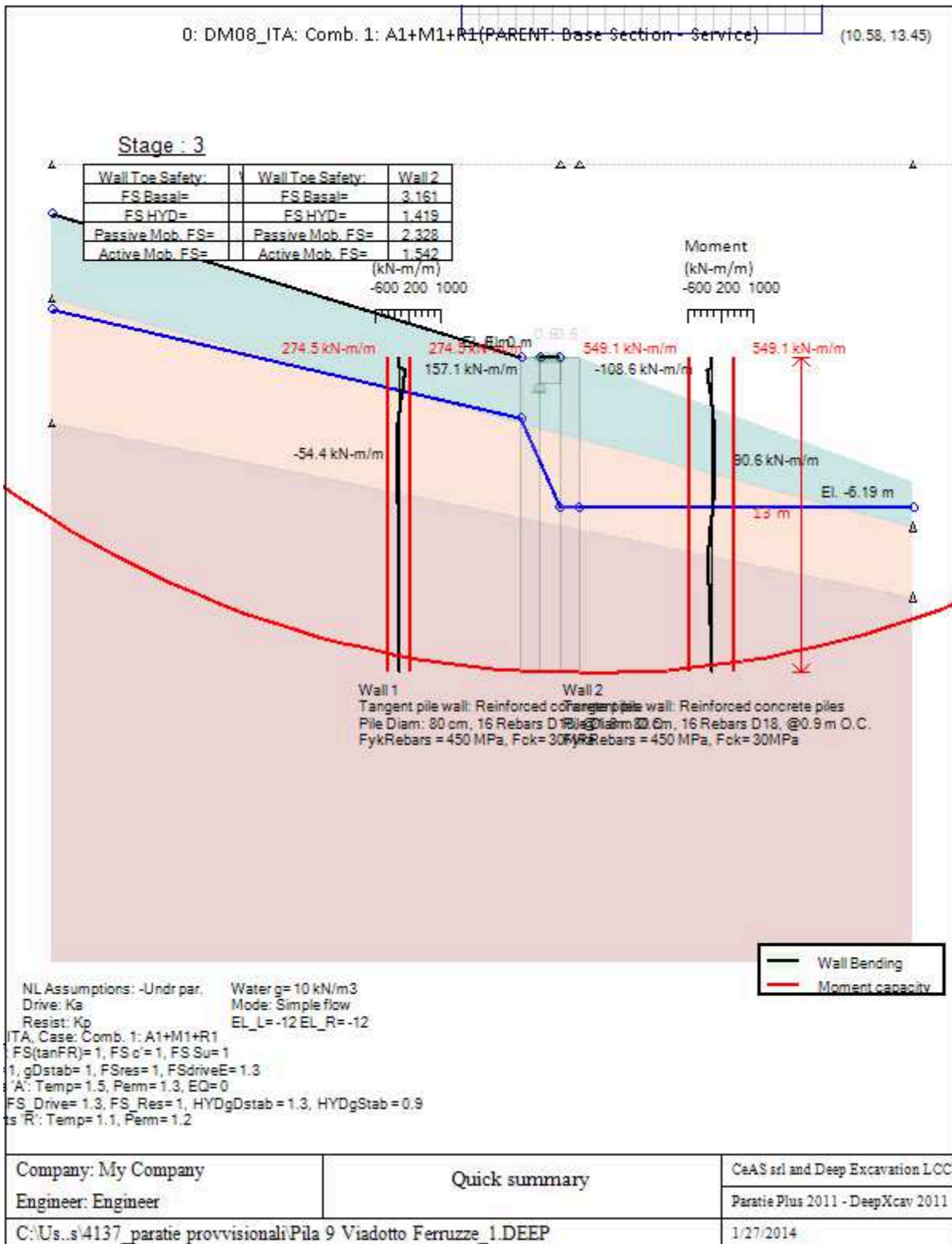
Elastic E = Elastic modulus

Project: My Project

Results for Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1:

A1+M1+R1

ANALYSIS AND CHECKING SUMMARY



Summary of Wall Moments and Toe Requirements

| Top Wall | Wall | L-Wall | H-Exc. | Max+M/Cap | Max-M/Cap | FS Toe | FS Toe | FS Toe | FS 1 Toe EL. | Slope |
|----------|---------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|----------|
| (m) | Section | (m) | (m) | (kN-m/m) | (kN-m/m) | Pas. mob. | Rotation | Embedment | (m) | Stab. FS |

| | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|----|------|---------------|---------------|-------|-----|-----|-------|-------|
| 0 | Paratia Pali D800 s=1.80m | 13 | 0 | 157.07/274.55 | 54.43/274.55 | 2.328 | N/A | N/A | 0 | 1.445 |
| 0 | Paratia Pali D800 s=0.90m | 13 | 6.19 | 90.58/549.09 | 108.61/549.09 | 2.328 | N/A | N/A | -6.19 | - |

Summary of Basal Stability and Predicted Wall Movements According to Clough 1989 Method Wall: Wall

1

| 1. FSmin | 2. DxMax (cm) | 2. Stiffness | 2. FSbasal | 3. Dx/H (%) | 3. Stiffness | 3. FSbasal |
|-----------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|
| @ stage 0 | @ stage | @ DxMax | @ DxMax | @ stage | @ Dx/H max | @ Dx/H max |
| 1000 | N/C | N/C | N/C | N/C | N/C | N/C |

Summary of Basal Stability and Predicted Wall Movements According to Clough 1989 Method Wall: Wall

2

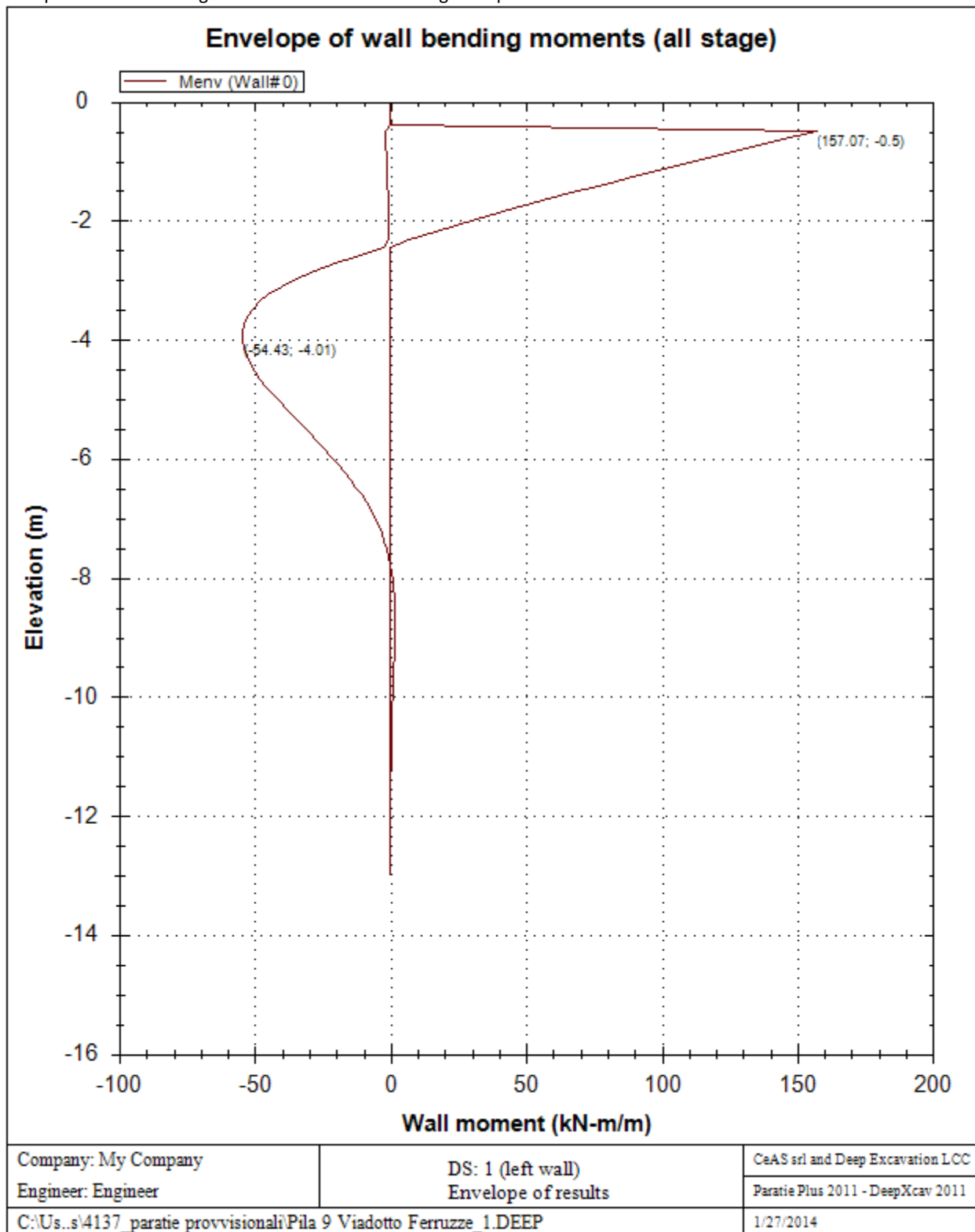
| 1. FSmin | 2. DxMax (cm) | 2. Stiffness | 2. FSbasal | 3. Dx/H (%) | 3. Stiffness | 3. FSbasal |
|-----------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|
| @ stage 2 | @ stage 3 | @ DxMax | @ DxMax | @ stage 3 | @ Dx/H max | @ Dx/H max |
| 3.161 | 4.687 | 70 | 1.445 | 0.757 | 69.982 | 1.445 |

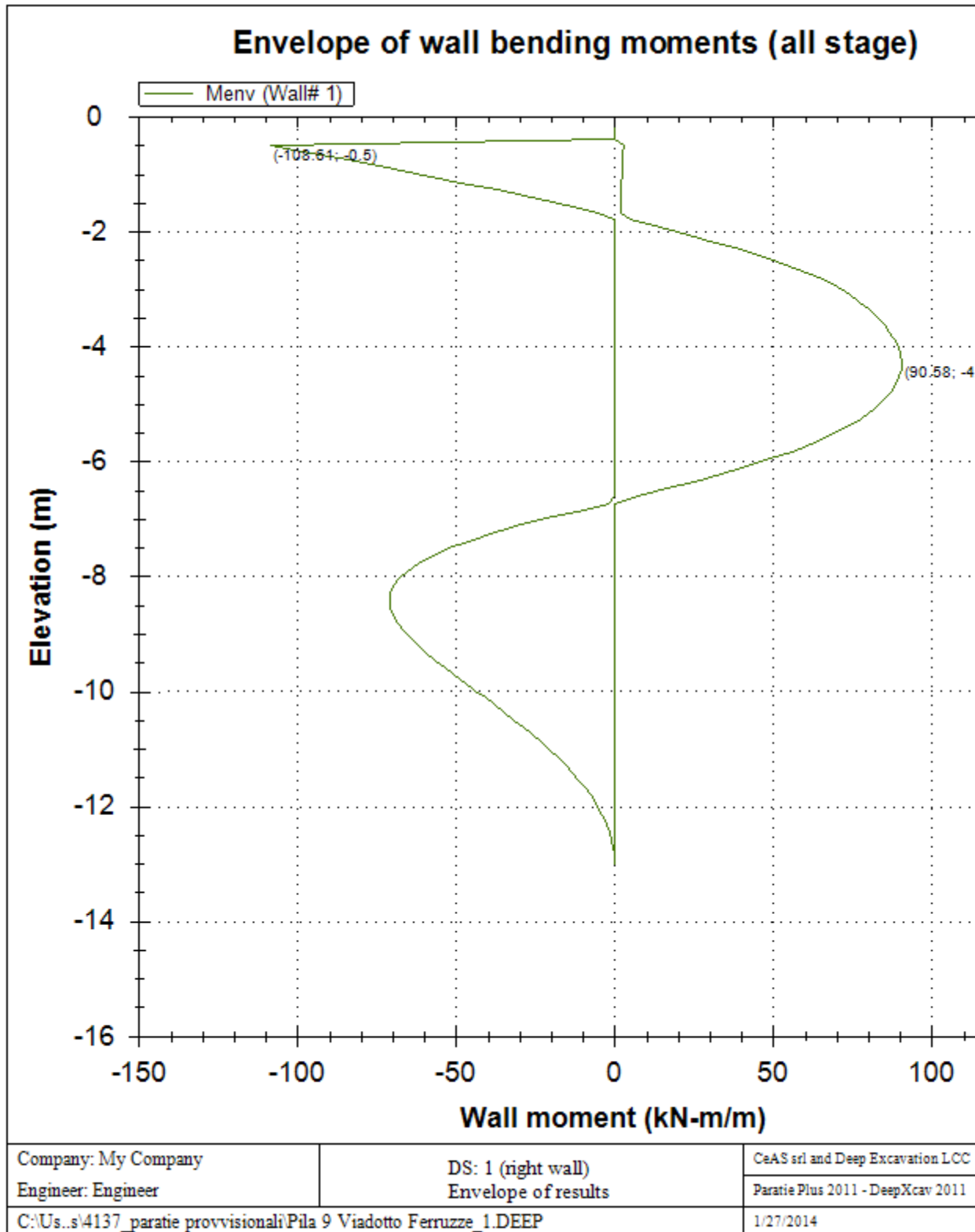
| Support | Elev. Z | X | Supports | Angle | Space H | Free L |
|---------|---------|------|------------|--------|---------|--------|
| Number | (m) | (m) | Wall # | (deg.) | (m) | (m) |
| 0 | -0.5 | -0.8 | Both walls | -180 | 1 | 0.8 |

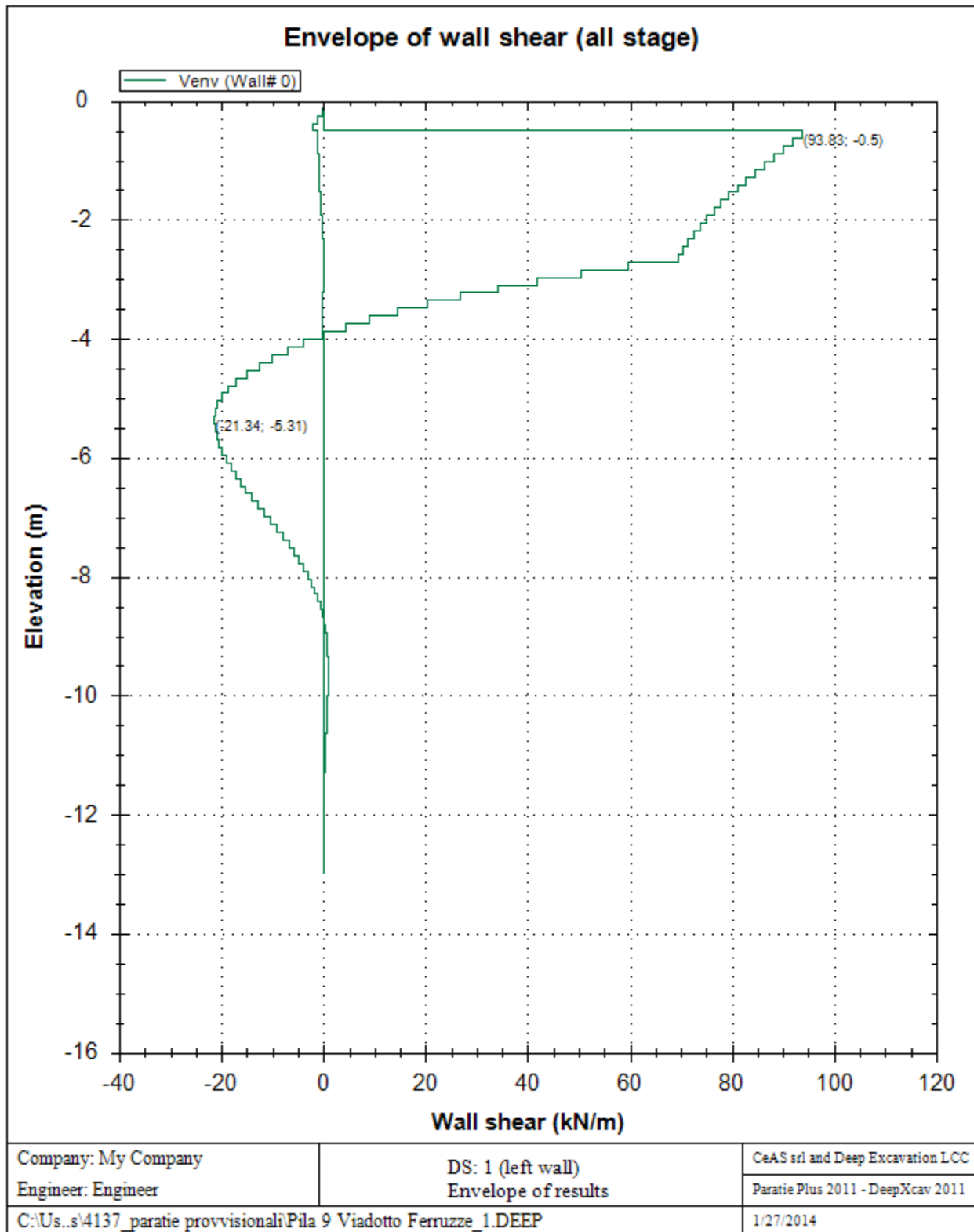
| Support | R.Max | R.Min | R.Max | R.Min | STR |
|---------|-------|--------|--------|--------|------|
| Number | (kN) | (kN) | (kN/m) | (kN/m) | |
| 0 | 0.94 | -97.27 | 0.94 | -97.27 | 0.22 |

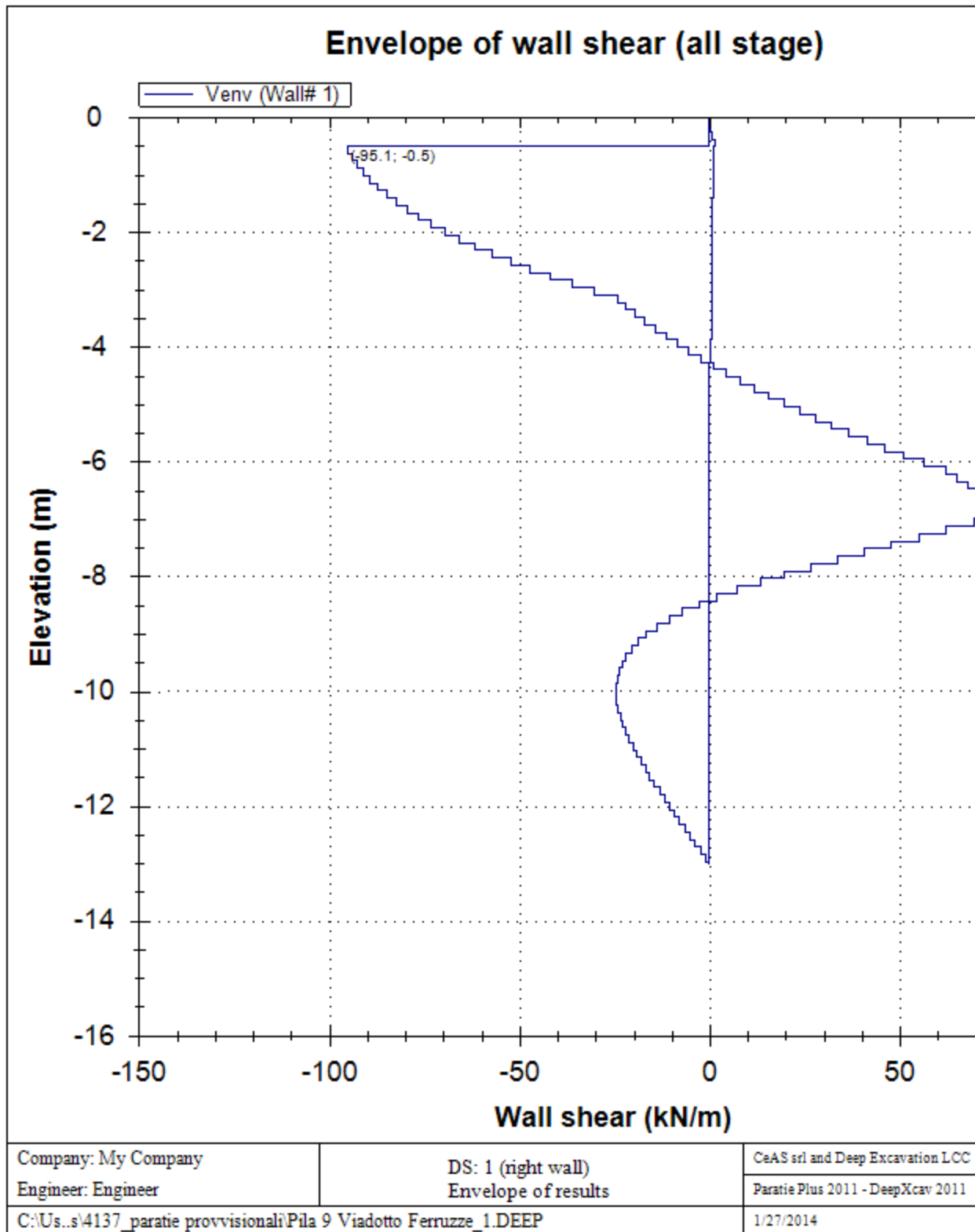
Envelope of results

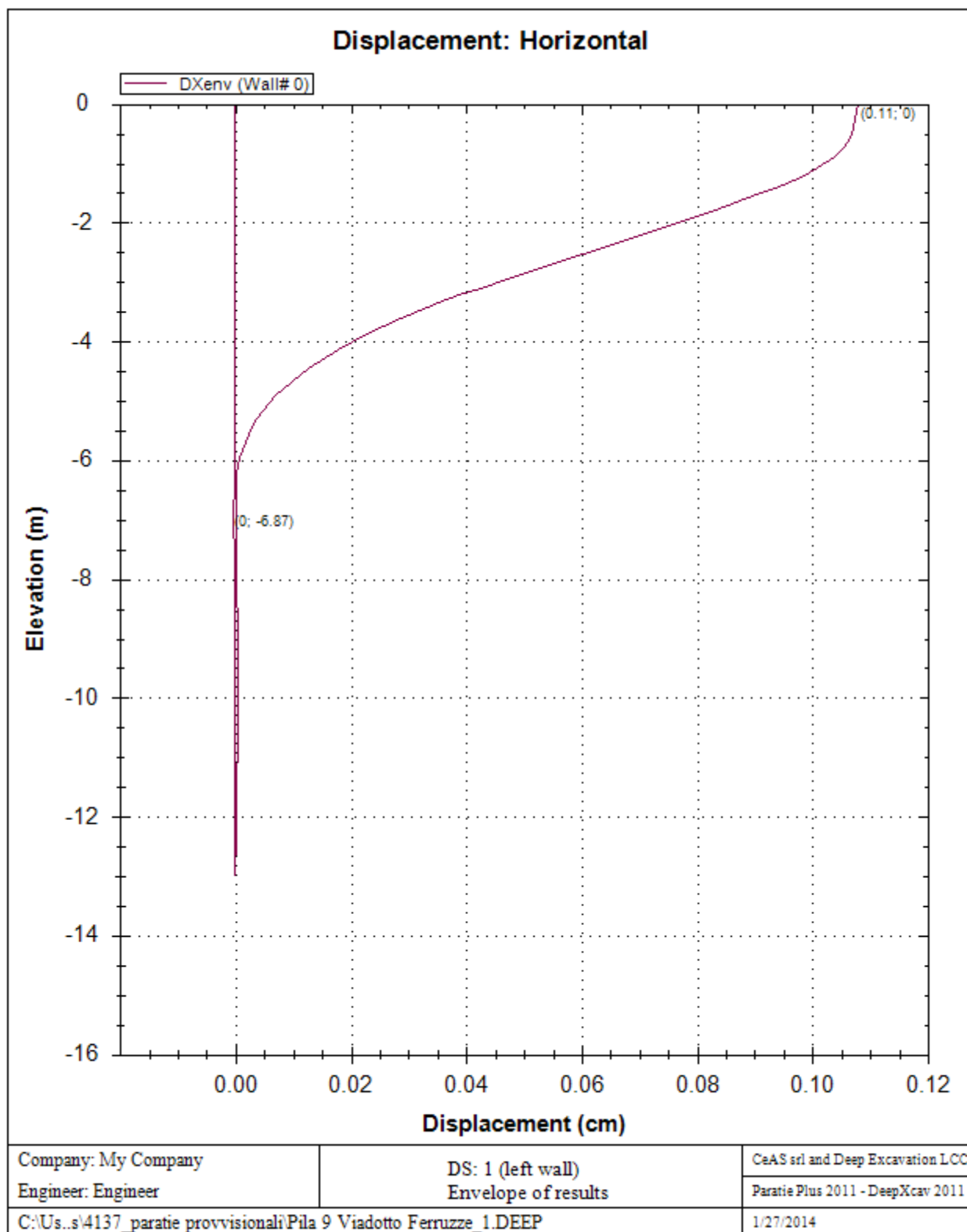
A sequence of result diagrams for each excavation stage is reported

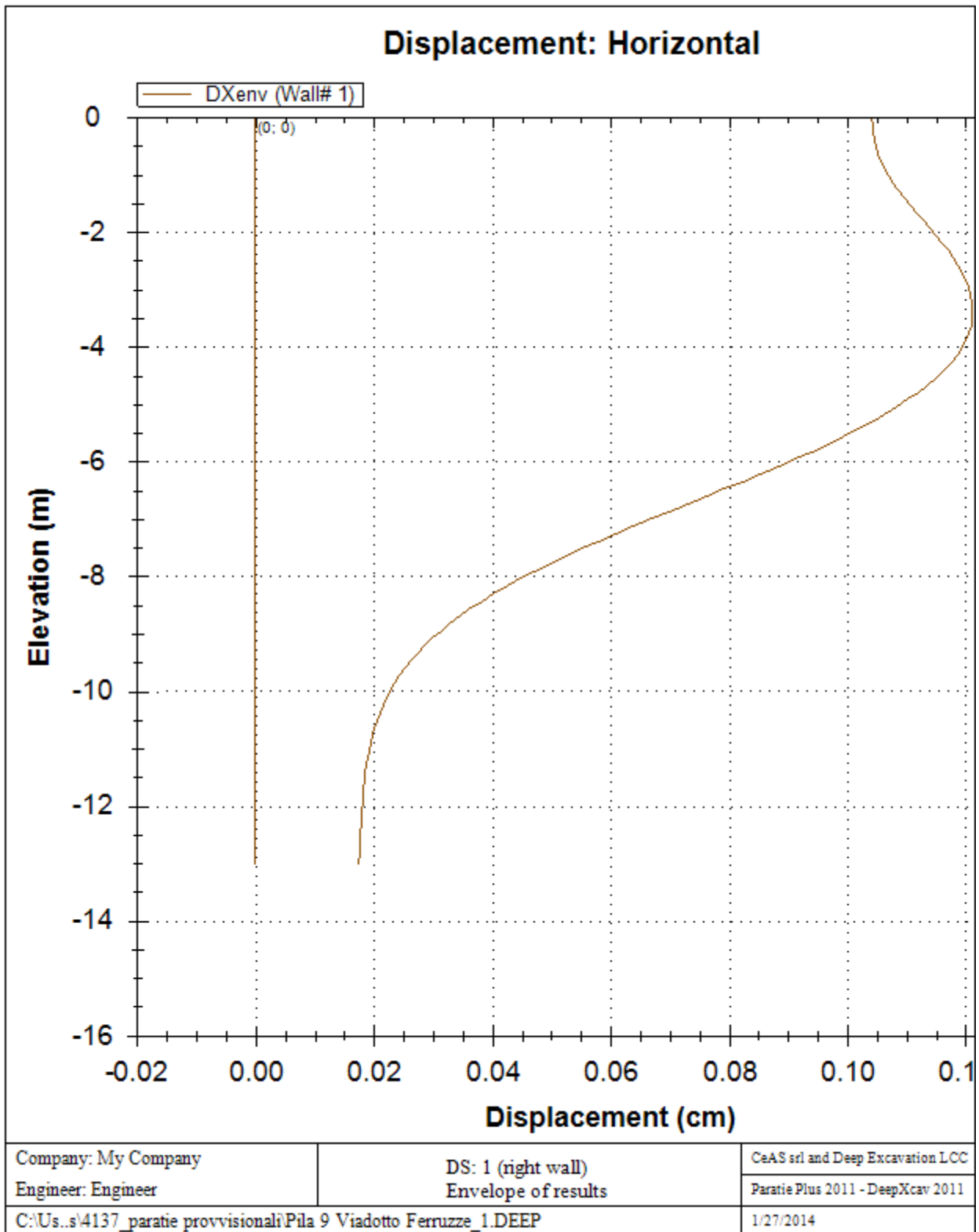












Extended vs Stage

| | | | | | |
|--|--------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|
| | Calculation Result | Wall Displacement | Settlement | Wall Moment | Wall Moment |
|--|--------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|

| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
|-----------|------------|------|------|----------|--------|
| Fase 0 | Calculated | 0 | N/A | 1.01 | 1.82 |
| Fase 1 | Calculated | 0 | N/A | 2.86 | 3.64 |
| Fase 2 | Calculated | 0.12 | 0.37 | 157.07 | 282.72 |
| Stabilità | Calculated | 0.12 | 0.37 | 157.07 | 282.72 |

| | Wall Shear | Wall Shear | STR Combined | STR Moment | STR Shear | Wall Concrete Service |
|-----------|------------|------------|--------------|------------|------------|-----------------------|
| | (kN/m) | (kN) | Wall Ratio | Wall Ratio | Wall Ratio | Stress Ratio FIC |
| Fase 0 | 1.16 | 2.09 | 0.01 | 0.004 | 0.008 | N/A |
| Fase 1 | 1.04 | 1.87 | 0.01 | 0.007 | 0.007 | N/A |
| Fase 2 | 95.1 | 168.9 | 0.572 | 0.572 | 0.666 | N/A |
| Stabilità | 95.1 | 168.9 | 0.572 | 0.572 | 0.666 | N/A |

| | Wall Reinforcement Service | Max Support | Max Support | Critical | STR Support | Support Geotech |
|-----------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|
| | Stress Ratio FIS | Reaction (kN/m) | Reaction (kN) | Support Check | Ratio | Capacity Ratio (pull out) |
| Fase 0 | N/A | 0 | 0 | 0 | N/A | N/A |
| Fase 1 | N/A | 0.94 | 0.94 | 0.011 | 0.011 | N/A |
| Fase 2 | N/A | 97.27 | 97.27 | 0.215 | 0.215 | N/A |
| Stabilità | N/A | 97.27 | 97.27 | 0.215 | 0.215 | N/A |

| | FS | Toe FS | Toe FS | Toe FS | Zcut | FS Mobilized | FS |
|-----------|-------|---------|----------|--------|-----------|--------------|-------------|
| | Basal | Passive | Rotation | Length | (Paratie) | Passive | True/Active |
| Fase 0 | 1000 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.443 | 1.773 |
| Fase 1 | 1000 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.442 | 1.774 |
| Fase 2 | 3.161 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.328 | 1.542 |
| Stabilità | 3.161 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.328 | 1.542 |

| | Hydraulic | Qflow | FSslope |
|--------|-----------|---------|---------|
| | Heave FS | (m3/hr) | |
| Fase 0 | 1.722 | N/A | N/C |
| Fase 1 | 1.722 | N/A | N/C |
| Fase 2 | 1.419 | N/A | N/C |

| | | | |
|-----------|-------|-----|-------|
| Stabilità | 1.419 | N/A | 1.445 |
|-----------|-------|-----|-------|

Support Force/S vs Stage

| | Support No.0 Reaction (EL= -0.5) kN/m |
|---------|---------------------------------------|
| Stage 0 | 0 |
| Stage 1 | 0.94 |
| Stage 2 | -97.274 |
| Stage 3 | -97.274 |

Support Force vs Stage

| | Support No.0 Reaction (EL= -0.5) kN at 1 m |
|--|--|
| | |

| | |
|---------|---------|
| | |
| Stage 0 | 0 |
| Stage 1 | 0.94 |
| Stage 2 | -97.274 |
| Stage 3 | -97.274 |

Embedment FS vs Stage

| | Min Toe FS | FS1 Passive | FS2 Rotation | FS3 Length (from FS1, FS2) | FS4 Mobilized Passive | FS5 Actual Drive Thrust / Theory Active |
|---------|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.567 | 1.773 |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.57 | 1.774 |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.829 | 1.681 |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.829 | 1.681 |

Support Check vs Stage

| | |
|---------|-------------------------------------|
| | Stress-check Support No.0(EL= -0.5) |
| Stage 0 | 0 |
| Stage 1 | 0.011 |
| Stage 2 | 0.215 |
| Stage 3 | 0.215 |

Forces (Res. F, M/Drive F, M)

| | FS1 Passive (FxResist/FxDrive) | FS2 Rotation (Mresist/Mdrive) | FS3 Length (Embedment/ToeFS=1) | FS4 Mobilized Passive (FxPassive/FxPas_Mobilized) | FS5 Actual Drive / Theory Active | Fh EQ Soil | Fh EQ Water |
|---------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|------------|-------------|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | 5257.08/1151.064 | 1133.388/639.342 | N/A | N/A |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | 5257.08/1150.326 | 1133.964/639.342 | N/A | N/A |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | 6694.92/1386.414 | 1094.166/650.862 | N/A | N/A |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | 6694.92/1386.414 | 1094.166/650. | N/A | N/A |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|-----|--|--|
| | | | | | 862 | | |
|--|--|--|--|--|-----|--|--|

Used Soil Strength Parameters for Each Stage on Driving Side (Uphill)

| | Layer | Drained/Undrain ed | Method Description | Used Wall Delta (deg) | Used Soil Friction (deg) | Used c' (kPa) | Used Su (kPa) | Used KaH | Used KpH |
|-----------------|-------|-----------------------|---|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| 0: Fase 0 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.321] = 2.321 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.933 | 2.321 |
| 1: Fase 1 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.321] = 2.321 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.933 | 2.321 |
| 2: Fase 2 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.321] = 2.321 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.933 | 2.321 |
| 3: Stabilità | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.321] = 2.321 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.933 | 2.321 |

Used Soil Strength Parameters for Each Stage on Resisting Side (Downhill)

| | Layer | Drained/Undrain ed | Method Description | Used Wall Delta (deg) | Used Soil Friction (deg) | Used c' (kPa) | Used Su (kPa) | Used KaH | Used KpH |
|-----------------|-------|-----------------------|--|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| 0: Fase 0 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.589 = 0.589 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.589 | 1.698 |
| 1: Fase 1 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.589 = 0.589 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.589 | 1.698 |
| 2: Fase 2 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.589 = 0.589 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.589 | 1.698 |
| 3: Stabilità | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 15, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.589 = 0.589 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0.589 | 1.698 |

Reinforcement Requirements

| | Parameter Description |
|--|-------------------------------|
| Note: | Wall uses reinforced concrete |
| Shear reinforcement examined | Examined. |
| Shear Reinforcement Spacing Check | OK: Code req. satisfied |
| Provided shear reinforcement spacing (cm) | 20 |
| Max. shear reinforcement spacing (code) (cm) | 33.333 |
| Min. shear reinforcement spacing (code) (cm) | 4.8 |
| Min code shear Reinforcement area (cm ² /m) | 0 |

| | |
|--|-------------------------------|
| | |
| Provided shear Reinforcement area (cm ² /m) | 11.31 |
| Min shear reinforcement check. | OK: Min code shear reinf. met |
| Meets Min. Shear Reinforcement Size | OK: Meets min size req. |
| Provided/Min. shear Reinf. Size (cm) | 1.2/0 |

DESIGN APPROACHES AND COMBINATION FACTORS

The Design Approaches (from Codes or Customized by the user) and related safety factors are the following:

F_{tan fr}=mult factor for friction angle

F_{C'}= safety factor on effective cohesion (Eurocode 7 methods)

F_{Su'}= safety factor for undrained shear strength (Eurocode 7 methods)

F_{EQ}= Load factor for seismic loads

F_{perm load}= Load factor for permanent loads (dead load, etc)

F_{temp load}= Load factor on live loads and other temporary loads

F_{perm supp}= Reduction factor for resistance for pull out checking of permanent tiebacks

F_{temp supp}= Reduction factor for resistance for pull out checking of temporary tiebacks

F_{earth Dstab}= Load factor for driving earth pressures, unfavorable (on retained side)

F_{earth stab}= Safety factor for passive pressures, favorable (on excavation side)

F_{GWT Dstab (ground water)}= Load factor for driving water pressures, unfavorable

F_{GWT stab (ground water)}= Load factor for resisting water pressure, favorable

F HYD Dstab= Load factor for hydraulic heave, unfavorable (hydraulic checking)
 F HYD stab= Resistance factor for hydraulic heave, favorable (hydraulic checking)
 F UPL Dstab= Load factor for uplift check, unfavorable
 F UPL stab= Resistance factor for uplift check, favorable

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan) | F | F | F | F(perm) | F(temp) | F(perm) | F(temp) | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|--------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |

SOIL DATA

| Name | g tot | g dry | Frict | C' | Su | FRp | FRcv | Eload | Eur | kAp | kPp | kAcv | kPcv | Vary | Spring | Color |
|-------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|-------|
| | (kN/m3) | (kN/m3) | (deg) | (kPa) | (kPa) | (deg) | (deg) | (kPa) | (kPa) | NL | NL | NL | NL | | Model | |
| LSA C | 20 | 18 | 15 | 0 | N/A | N/A | N/A | 15000 | 24000 | 0.59 | 1.7 | N/A | N/A | True | Linear | |
| LSA | 20.5 | 18 | 26 | 5 | N/A | N/A | N/A | 100000 | 160000 | 0.39 | 2.56 | N/A | N/A | True | Linear | |
| AG | 20.5 | 18 | 26 | 20 | N/A | N/A | N/A | 190000 | 570000 | 0.53 | 2.56 | N/A | N/A | True | Linear | |

| Name | Poisson | Min Ka | Min sh | ko.NC | nOCR | aH.EXP | aV.EXP | qSkin | qNails | kS.nails | PL |
|-------|---------|---------|---------|-------|------|----------|----------|-------|--------|----------|-------|
| | v | (clays) | (clays) | - | - | (0 to 1) | (0 to 1) | (kPa) | (kPa) | (kN/m3) | (MPa) |
| LSA C | 0.32 | - | - | 0.741 | 0.5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |
| LSA | 0.32 | - | - | 0.562 | 0.5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |
| AG | 0.32 | - | - | 0.562 | 0.5 | - | - | 250 | 0 | 0 | - |

gtot = total soil specific weight

gdry = dry weight of the soil

Frict = friction angle

C' = effective cohesion

Su = Undrained shear strength (only for CLAY soils in undrained conditions, used as a cutoff strength in NL analysis)

Evc = Virgin compression elastic modulus

Eur = unloading/reloading elastic modulus

Kap = Peak active thrust coefficient (initial value, may be modified on each stage according to analysis settings).

Kpp = Peak passive thrust coefficient (initial value, may be modified on each stage according to analysis settings).

Kacv = Constant volume active thrust coeff (only for clays, initial value)

Kpcv = Constant volume passive thrust coeff (only for clays, initial value).

Spring models= spring model (LIN= constant E over the soil layer height , EXP=exponential , SIMC=simplified winkler)

LIN= Linear-Elastic-Perfectly Plastic,

EXP: Exponential, SUB: Modulus of Subgrade Reaction

SIMC= Simplified Clay mode

SOIL BORINGS

Top Elev= superior SOil level

Soil type= type of the soil (sand , clay , etc)

OCR= overconsolidation ratio

K0= at rest coefficient

Name: Boring 1, pos: (-15, -15)

| Top elev. | Soil type | OCR | Ko |
|-----------|-----------|-----|------|
| 8 | LSA C | 1 | 0.74 |

STRUCTURAL MATERIALS DATA

Steel

| Name | Strength Fy (MPa) | Fu (MPa) | Elastic E (MPa) | Density g (kN/m ³) |
|-------------|----------------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|
| Fe360 | 235.2 | 360 | 206000.2 | 77.0046 |
| Fe510 | 355.2 | 509.7 | 206000.2 | 77.0046 |
| A36 | 248.3 | 400 | 200100 | 77.0046 |
| A50 | 344.8 | 500 | 200100 | 77.0046 |
| New steel 4 | 241.4 | 413.8 | 206000.2 | 77.0046 |

Concrete

| Name | Strength Fc' (MPa) | Elastic E (MPa) | Density g (kN/m ³) | Tension Strength Ft (MPa) |
|---------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| C20/25 | 20 | 29961.9 | 25.0029 | 10 |
| C25/30 | 24.8 | 31475.7 | 25.0029 | 10 |
| Fc 3ksi | 20.7 | 21541.8 | 23.5728 | 10 |
| C28/35 | 28 | 29962 | 25 | 10 |
| C30/37 | 30 | 32836 | 25 | 10 |

Steel rebar

| Name | Strength Fy (MPa) | Elastic E (MPa) |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| Grade 60 | 413.8 | 200100 |
| Grade 75 | 517.2 | 200100 |
| Grade 80 | 551.7 | 200100 |
| Grade 150 | 1034.5 | 200100 |
| Strands 270 ksi | 1862.1 | 200100 |
| S410 | 409.7 | 210000.1 |
| S500 | 500 | 210000.1 |
| B450C | 450 | 210000 |
| Fe510 | 355.2 | 206000.2 |
| R76x6 Termic steel | 2180.2 | 200100 |
| Acciaio tiranti | 1670 | 210000 |

Wood

| Name | Ultimate Bending Srtength Fbu (MPa) | Ultimate Tensile Strength FtU (MPa) | Ultimate Shear Strength Fvu (MPa) | Density g (kN/m ³) | Elastic E (MPa) |
|---------------------|--|--|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Construction Timber | 11 | 9.7 | 5.5 | 7.8576 | 6900 |
| Regular grade | 6.9 | 6.9 | 4.1 | 7.8576 | 5520 |

STEEL

Name=material name

fy=fyk= characteristic resistance for steel (for all the codes)

Fu=fuk= ultimate resistance for steel (for all the codes)

Elastic E= Elastic modulus

Density g= specific weight

CONCRETE

Name=material name

f'c=fck= cylindrical resistance for concrete (for all the codes)

Elastic E= Elastic modulus

Density g= specific weight

Tension strength=ft=fctk= characteristic tension resistance for concrete

STEEL REBARS

Name=material name

fy=fyk= characteristic resistance for steel (for all the codes)

Fu=fuk= ultimate resistance for steel (for all the codes)

Elastic E= Elastic modulus

Density g= specific weight

WOOD

Name=material name

Fb=fbk= Ultimate bending strength

Ftu=ftuk= Ultimate tensile strength

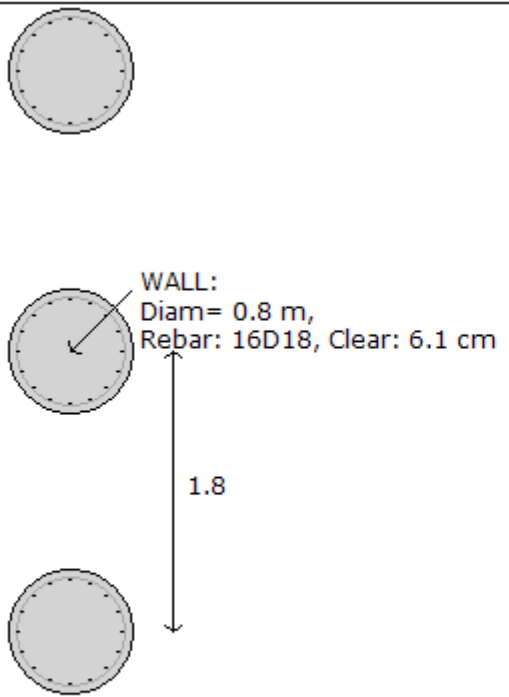
Fvu=fvuk= Ultimate shear strength

Density g= specific weight

Elastic E= Elastic modulus

WALL DATA

Wall section 0: Wall 1

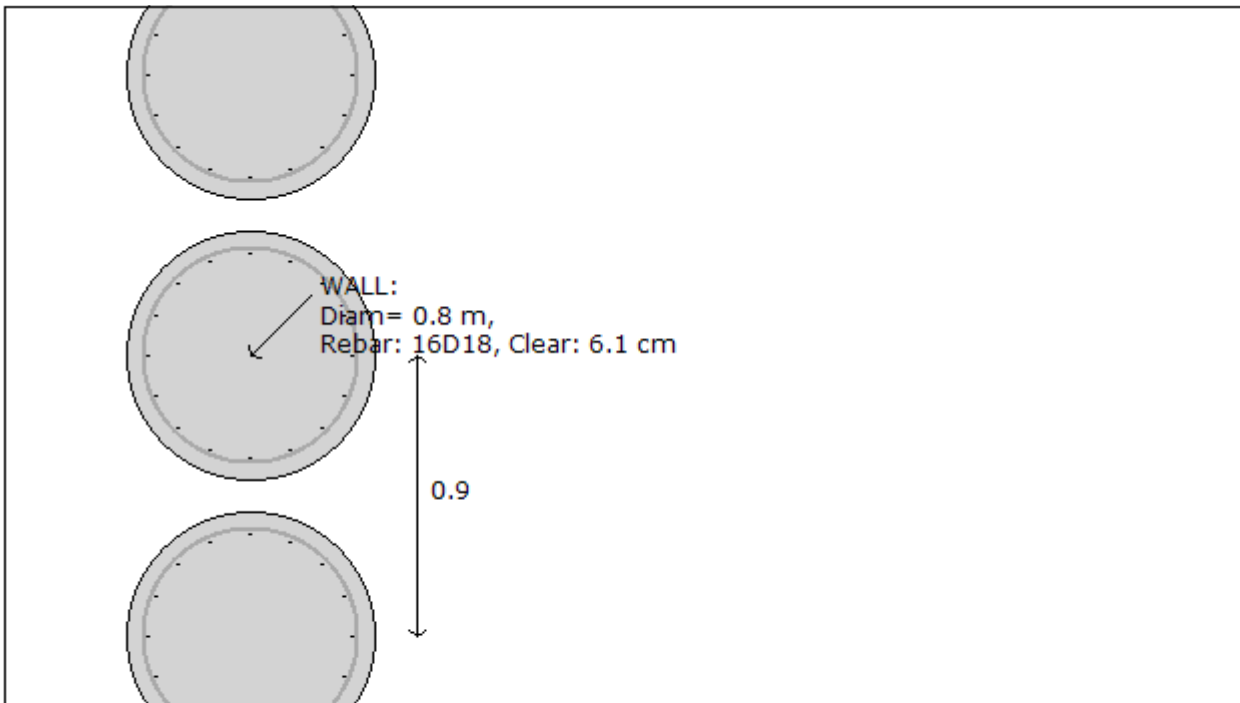
| | | |
|---|-------------|-----------------------------------|
|  | | |
| Company: My Company | Wall sketch | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

Wall uses wall section 0: Paratia Pali D800 s=1.80m

Wall type: Tangent pile wall: Reinforced concrete piles

Top wall El: 0 m Bottom wall El: -13 m
 Hor. wall spacing: 1.8 Wall thickness = 0.8
 Passive width below exc: 1.8 Active width below exc: 1.8 Swater= 1.8
 Concrete $f_c' = 30$ Rebar $F_y = 450$ Econc = 32836 Concrete tension $F_cT = 10\%$ of F_c'
 Wall friction: Ignored
 Steel wall capacities are calculated with NTC 2008
 Concrete capacities are calculated with NTC 2008
 Note: With ultimate capacities you may have to use a structural safety factor.
 Tangent pile wall soldier pile properties
 Concrete section type:
 Section dimensions
 D = 80 cm, A = 5026.54824574367 cm², I_{xx} = 2010619.29829747 cm⁴
 Longitudinal reinforcement
 Top rebars: N = 16 bars D18 = AsTop 40.72 cm², Ctop = 7 cm
 Shear reinforcements
 Bar D12 = As 1.131 cm², sV = 20 cm

Wall section 1: Wall 2



| | | |
|--|-------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | Wall sketch | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us...s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

Wall uses wall section 1: Paratia Pali D800 s=0.90m
 Wall type: Tangent pile wall: Reinforced concrete piles
 Top wall El: 0 m Bottom wall El: -13 m
 Hor. wall spacing: 0.9 Wall thickness = 0.8
 Passive width below exc: 0.9 Active width below exc: 0.9 Swater= 0.9
 Concrete $f_c' = 30$ Rebar $F_y = 450$ Econc = 32836 Concrete tension $F_cT = 10\%$ of F_c'
 Wall friction: Ignored
 Steel wall capacities are calculated with NTC 2008
 Concrete capacities are calculated with NTC 2008
 Note: With ultimate capacities you may have to use a structural safety factor.
 Tangent pile wall soldier pile properties
 Concrete section type:
 Section dimensions
 D = 80 cm, A = 5026.54824574367 cm², I_{xx} = 2010619.29829747 cm⁴
 Longitudinal reinforcement

Top rebars: N = 16 bars D18 = AsTop 40.72 cm², Ctop = 7 cm

Shear reinforcements

Bar D12 = As 1.131 cm², sV = 20 cm

GENERAL WALL DATA

Hor wall spacing= Wall horizontal spacing

Passive width below exc= spacing for passive thrust pressure for classic analysis

f'c=fck= cylindrical concrete resistance

fyk=fy= steel rebar characteristic resistance

Econc= Concrete Elastic modulus

fctk= characteristic Concrete tension

Esteel= steel elastic modulus

TABULAR DATA (principal parameters)

1) Diaphragm wall (rectangular cross section)

N/A= data not available

Fy=fyk

F'c=fck

D=wall height

B=wall width

2) Steel sheet pile

DES=shape (Z or U)

W=width per unit of length

A=area

h=height

t=horizontal part thickness

b=width of the single sheet pile part

s=inclined part thickness

Ixx=strong axis inertia (per unit of length)

Sxx=strong axis section modulus (per unit of length)

3) Secant piles wall, Tangent piles wall, soldier piles, soldier piles and timber lagging

W=weight per unit of length

A=area

D=diameter

tw=web thickness

tp= pipe thickness

bf=flange width

tf= flange thickness

k= flange thickness+stem base height

Ixx= strong axis inertia modulus (per unit of length)

Sxx= strong axis section modulus (per unit of length)

rx=radius of gyration about X axis

ry=radius of gyration about Y axis

Iyy=weak axis inertia modulus (per unit of length)

Syy=weak axis section modulus (per unit of length)

rT=radius of gyration for torsion

Cw= warping constant

SUPPORTS PROPERTIES

Support 0: type = slab

X = -0.8 m, Z = -0.5 m, S = 1 m

L = 0.8 m

Walls: Wall 1-Wall 2, Moment connect at walls (NL analysis only: 0% pin, 100% fixed)= 100

| Stage No | Active | Prestress | Slab live load | User add. strain | Is base slab |
|----------|--------|-----------|----------------|------------------|--------------|
| | Yes/No | (kN) | (kPa) | +expansion | Yes/No |

| | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|----|
| 0 | No | - | 0.6 | 0 | No |
| 1 | Yes | - | 0.6 | 0 | No |
| 2 | Yes | - | 0.6 | 0 | No |
| 3 | Yes | - | 0.6 | 0 | No |

Support type

LEGEND for Supports

General data

Z= support level

S= horizontal distance between each support

Lfree= free length

Lfix= rigid body length for tiebacks

Rfix= % effective part of the rigid body length for tiebacks

Stage No= Excavation stage number

Active= Support status (YES=active)

Post stress= Preload force (on each support, + tension for tiebacks, - compression for struts)

GENERAL ANALYSIS CRITERIA

Summary of stage assumptions: Left Wall

| Name | Analysis | Drive | ka-Mult | Htr T/B | Resist | Res | Contle | Support | Axial | Used | Min Toe | Toe | Toe |
|---------|------------|-------|---------|------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|------------|-------|-------|
| | Method | Press | | (%) | Press | Mult | Method | Model | Incl | FSwall | FDtoe | FSrot | FSpas |
| Stage 0 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 1 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 2 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 3 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |

Name=excavation stage name

Analysis method

springs = Elastoplastic spring analysis used

DR = Drained condition for CLAY model

U = Undrained condition for CLAY model for all the soils

Up = Undrained condition just for selected soil

Limit equilibrium analysis settings

Drive press:

Ka (Active pressure diagram), Ka-Trap = Trapezoid apparent diagram from active pressures x multiplier,

FHWA= Federal Highway Administration apparent pressure diagrams.

Ko = At-rest lateral earth pressures.

Peck = Peck 1969 Apparent earth pressure diagrams.

2 Step rect = Two step rectangular apparent earth pressure diagram.

User def. = User defined apparent earth pressure diagram.

Ka+d (and so on) indicates that wall friction is applied

ka mult = multiplication factor for Ka when Ka-Trap is selected

Htr T/B (%) = trapezoidal pressure scheme, top and bottom triangular percentage of excavation depth H

Resit press = Kp (passive earth pressures)

Res Mult = Safety factor applied directly on resisting pressures (

COntle Method = cantilever analysis method for limit equilibrium analysis.

Support Model: Method for calculating support reactions in limit-equilibrium analysis.

Beam= support reactions beam analysis (uses Blum's method).

Trib= support reactions from tributary height calculations (Can be applied with apparent diagrams).

Axial Incl = Axial loads included for structural design

Used FS wall = Safety factor for axial+bending wall resistance to divide ultimate wall capacities.

Min FD Toe= embedded minimum safety factor (for limit equilibrium analysis)

Toe FS rot= rotation safety factor (classic for limit equilibrium analysis)

Toe FSpas= driving/resisting pressure safety factor (for limit equilibrium analysis)

Summary of stage assumptions: Right Wall

| Name | Analysis | Drive | ka-Mult | Htr T/B | Resist | Res | Contle | Support | Axial | Used | Min Toe | Toe | Toe |
|---------|------------|-------|---------|------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|------------|-------|-------|
| | Method | Press | | (%) | Press | Mult | Method | Model | Incl | FSwall | FDtoe | FSrot | FSpas |
| Stage 0 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 1 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 2 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 3 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |

Name=excavation stage name

Analysis method

springs = Elastoplastic spring analysis used

DR = Drained condition for CLAY model

U = Undrained condition for CLAY model for all the soils

Up = Undrained condition just for selected soil

Limit equilibrium analysis settings

Drive press:

Ka (Active pressure diagram), Ka-Trap = Trapezoid apparent diagram from active pressures x multiplier,

FHWA= Federal Highway Administration apparent pressure diagrams.

Ko = At-rest lateral earth pressures.

Peck = Peck 1969 Apparent earth pressure diagrams.

2 Step rect = Two step rectangular apparent earth pressure diagram.

User def. = User defined apparent earth pressure diagram.

Ka+d (and so on) indicates that wall friction is applied

ka mult = multiplication factor for Ka when Ka-Trap is selected

Htr T/B (%) = trapezoidal pressure scheme, top and bottom triangular percentage of excavation depth H

Resit press = Kp (passive earth pressures)

Res Mult = Safety factor applied directly on resisting pressures (

COntle Method = cantilever analysis method for limit equilibrium analysis.

Support Model: Method for calculating support reactions in limit-equilibrium analysis.

Beam= support reactions beam analysis (uses Blum's method).

Trib= support reactions from tributary height calculations (Can be applied with apparent diagrams).

Axial Incl = Axial loads included for structural design

Used FS wall = Safety factor for axial+bending wall resistance to divide ultimate wall capacities.

Min FD Toe= embedded minimum safety factor (for limit equilibrium analysis)

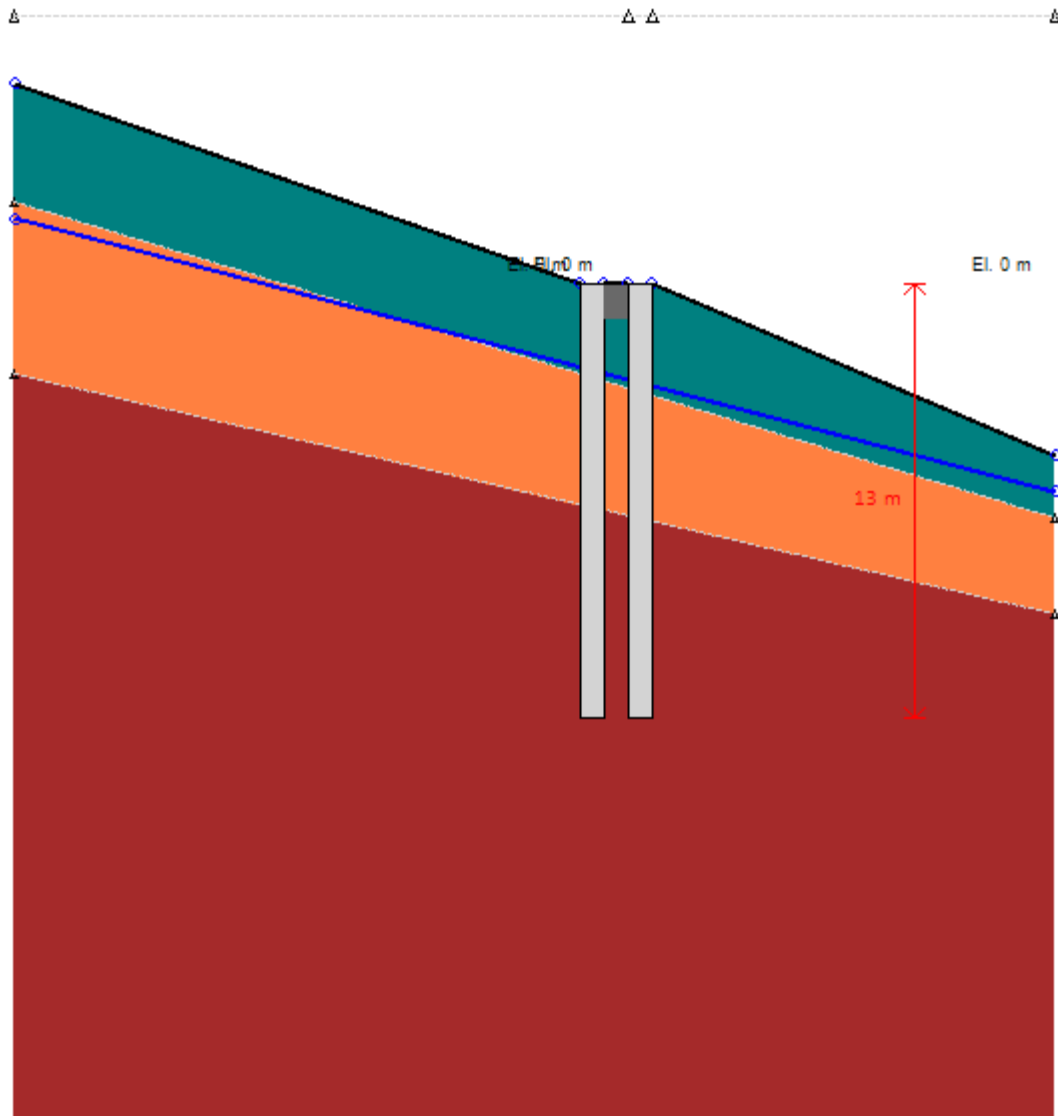
Toe FS rot= rotation safety factor (classic for limit equilibrium analysis)

Toe FSpas= driving/resisting pressure safety factor (for limit equilibrium analysis)

EXCAVATION STAGES SKETCHES

A sequence of figures for each excavation stage is reported

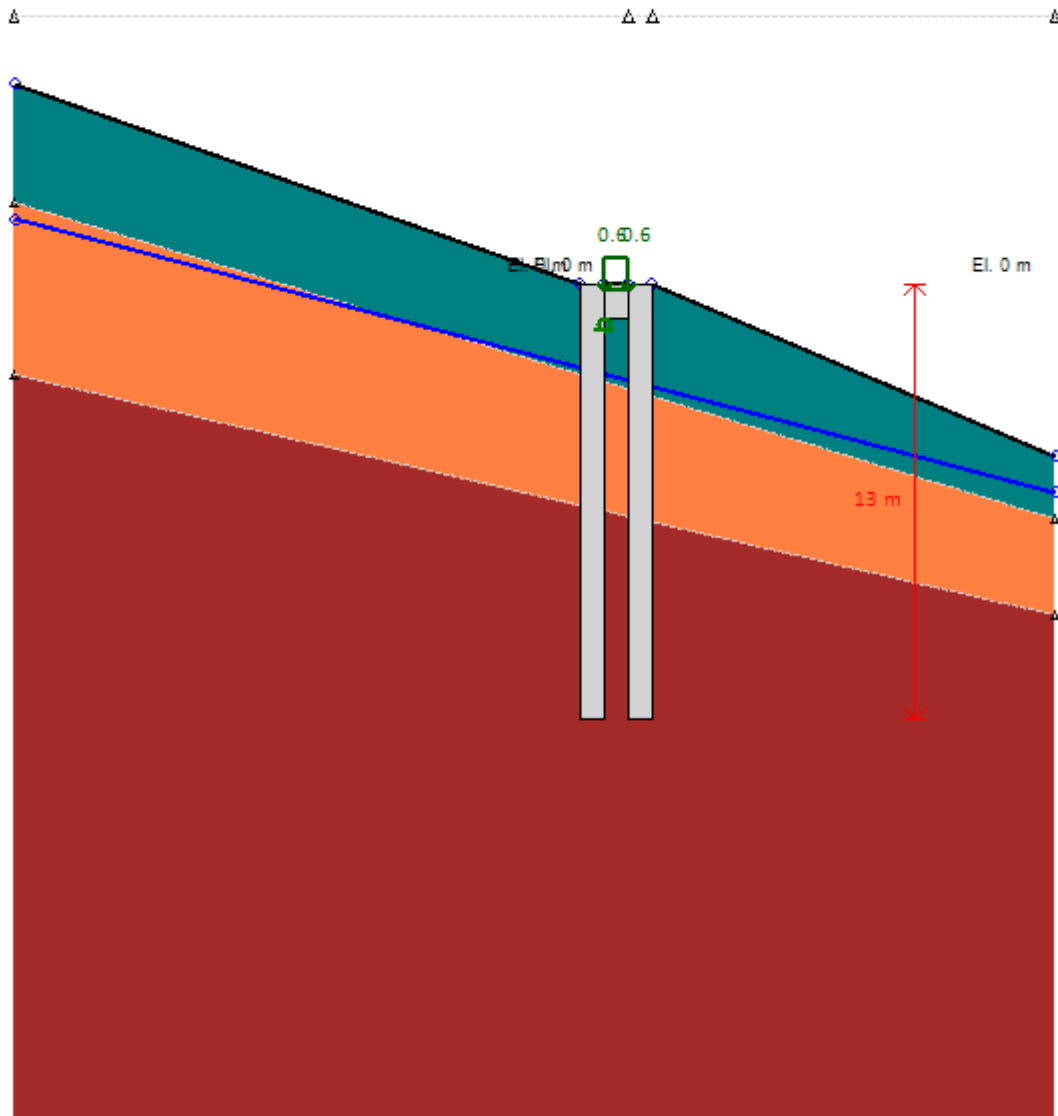
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 1: A1+M1+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)=1, FS c'=1, FS Su=1
 gStab=1, gDstab=1, FSres=1, FSdriveE=1.3
 Actions 'A': Temp=1.5, Perm=1.3, EQ=0
 Water: ES_Drives=1.3, ES_Res=1, HYDcDstab=1.3, HYDcStab=0.9

| | | |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 1, Fase 0 | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

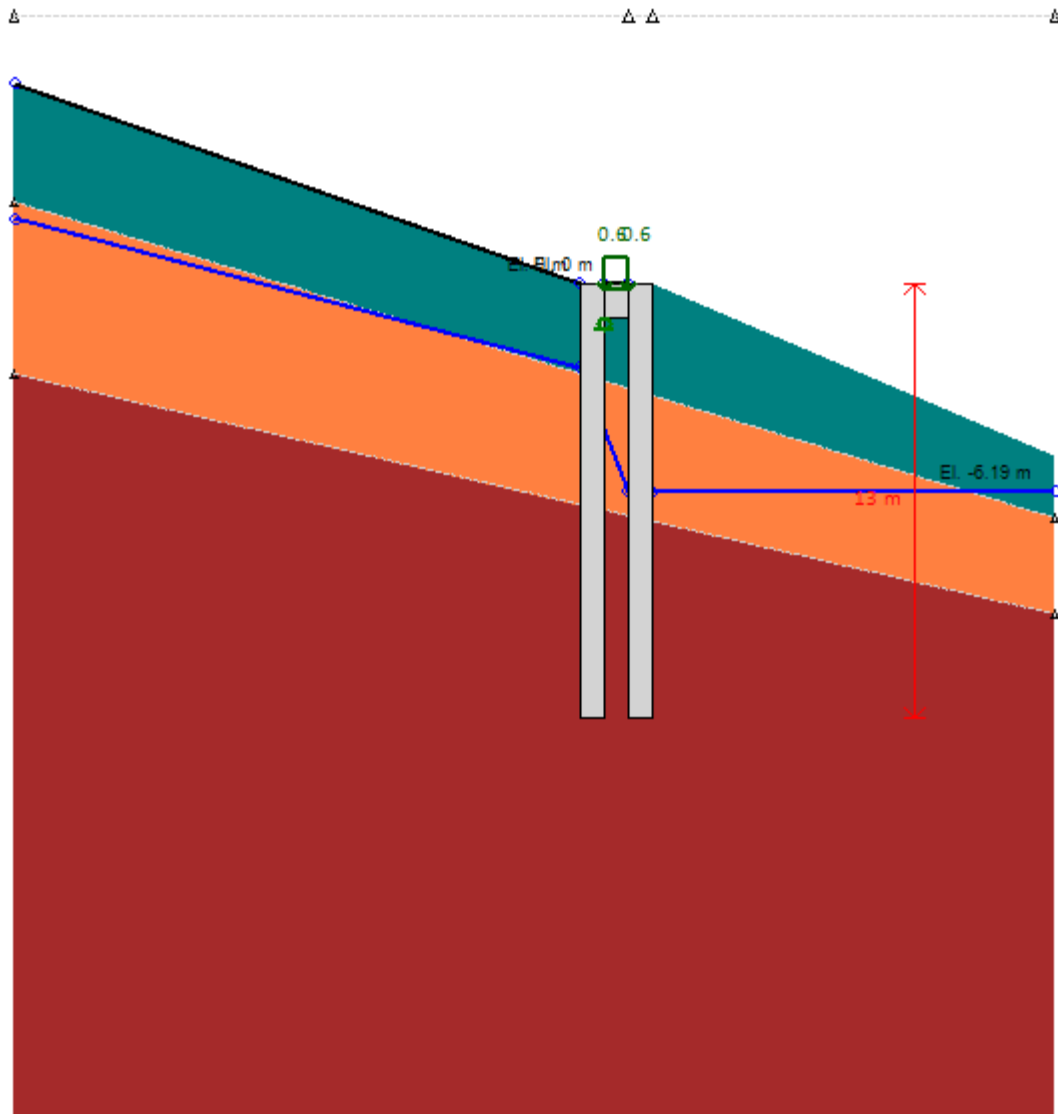
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 1: A1+M1+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)=1, FS c'=1, FS Su=1
 gStab=1, gDstab=1, FSres=1, FSdriveE=1.3
 Actions 'A': Temp=1.5, Perm=1.3, EQ=0
 Water: ES_Drives=1.3, ES_Res=1, HYDgDstab=1.3, HYDgStab=0.9

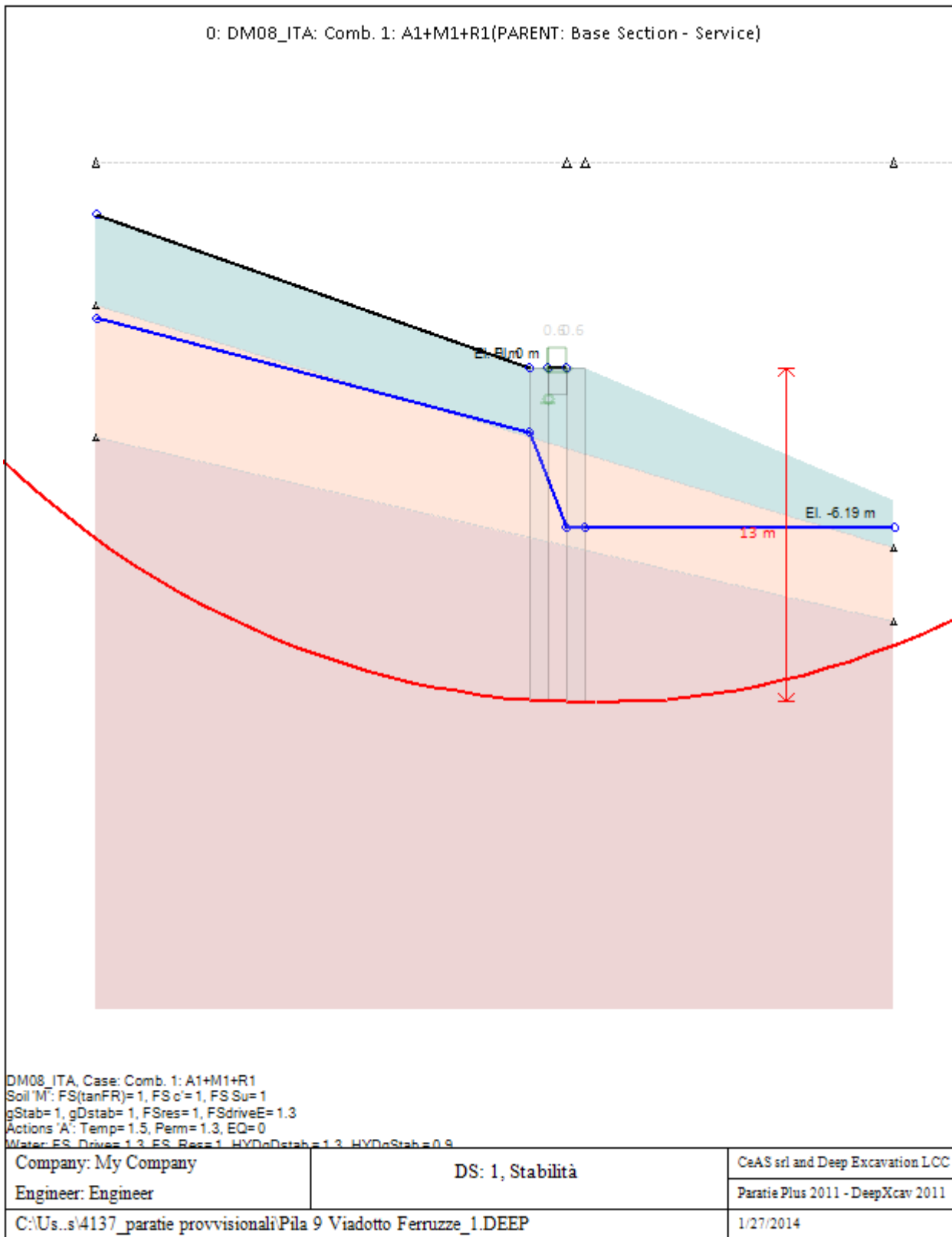
| | | |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 1, Fase 1 | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 1: A1+M1+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)=1, FS c'=1, FS Su=1
 gStab=1, gDstab=1, FSres=1, FSdriveE=1.3
 Actions 'A': Temp=1.5, Perm=1.3, EQ=0
 Water: ES_Drive=1.3, ES_Res=1, HYDcDstab=1.3, HYDcStab=0.9

| | | |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 1, Fase 2 | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |



Toe stability

Embedment FS vs Stage (left wall)

| | Min Toe FS | FS1 Passive | FS2 Rotation | FS3 Length (from FS1, FS2) | FS4 Mobilized Passive | FS5 Actual Drive Thrust / Theory Active |
|--|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|
|--|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|

| | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.567 | 1.773 |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.57 | 1.774 |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.829 | 1.681 |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | N/A | 4.829 | 1.681 |

Embedment FS vs Stage (right wall)

| | Min Toe FS | FS1 Passive | FS2 Rotation | FS3 Length (from FS1, FS2) | FS4 Mobilized Passive | FS5 Actual Drive Thrust / Theory Active |
|---------|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.443 | 2.635 |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.442 | 2.633 |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.328 | 1.542 |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.328 | 1.542 |

Legend: Wall embedment safety factors (toe)

Min Toe FS= Minimum wall embedment safety factor (from all analysis methods)

Limit-equilibrium analysis methods: The following safety factors may not be applicable for all stages.

FS1 Passive: Horizontal force safety factor, FS1= Resisting/Driving force

FS2 Rotation: Rotational safety factor about lowest support, FS2= Resisting moment/Driving moment

FS3 Length (from FS1, FS2): Program determines maximum required wall embedment for safety factor of 1 for methods FS1 and FS2 (say length LFS1). Then FS length= Provided wall embedment/LFS1.

Non-linear elastoplastic analysis safety factors:

FS4 Mobilized Passive: Safety factor on mobilized passive resistance, FS4= Available passive soil resistance/Mobilized passive soil force on excavation side.

FS5 Active Drive Thrust/Theory Active: Ratio of soil thrust on retained side/ Active condition theoretical minimum thrust.

This factor is not as critical, and indicates how close to active conditions the model is.

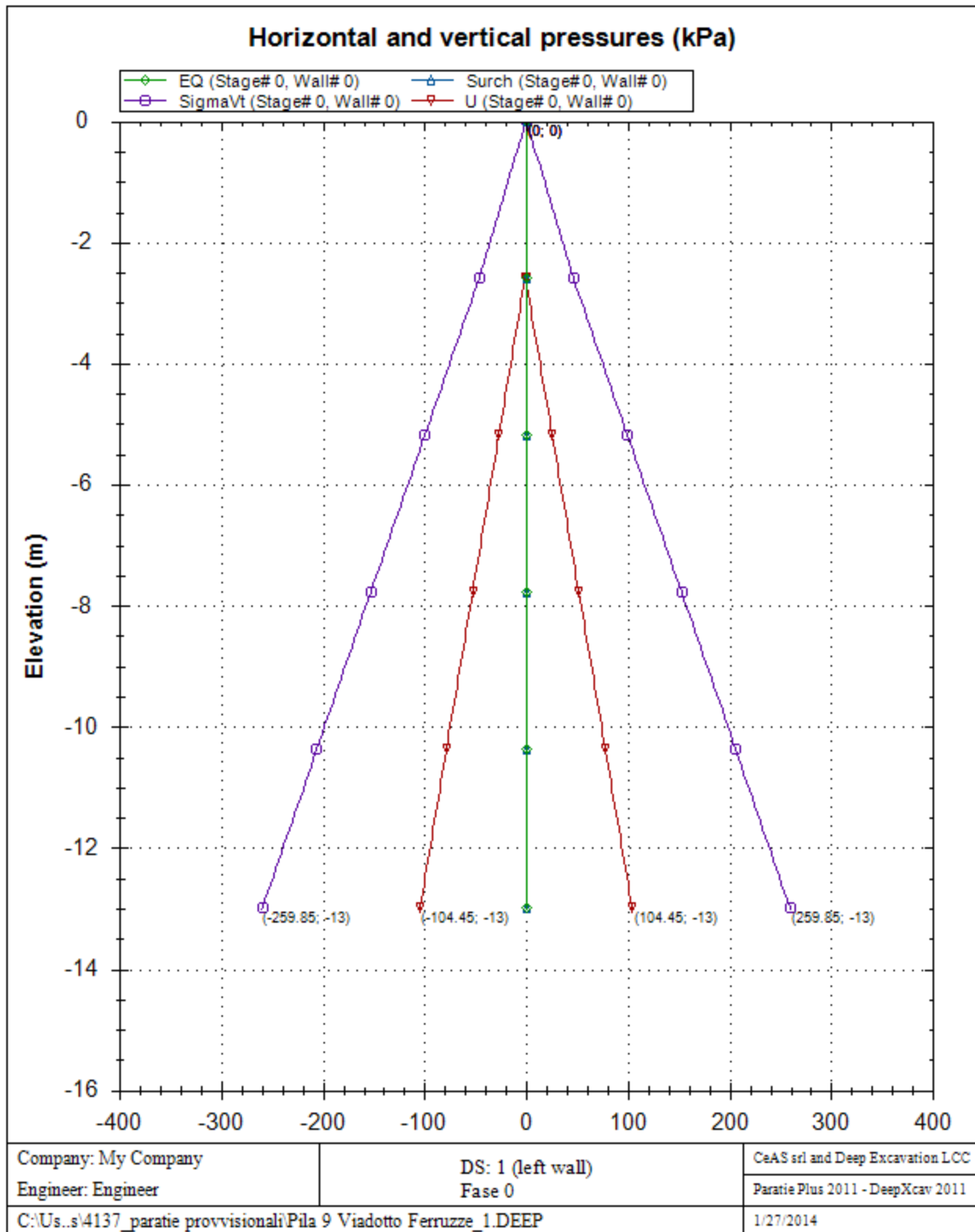
General recommendations on wall embedment (excluding FS5):

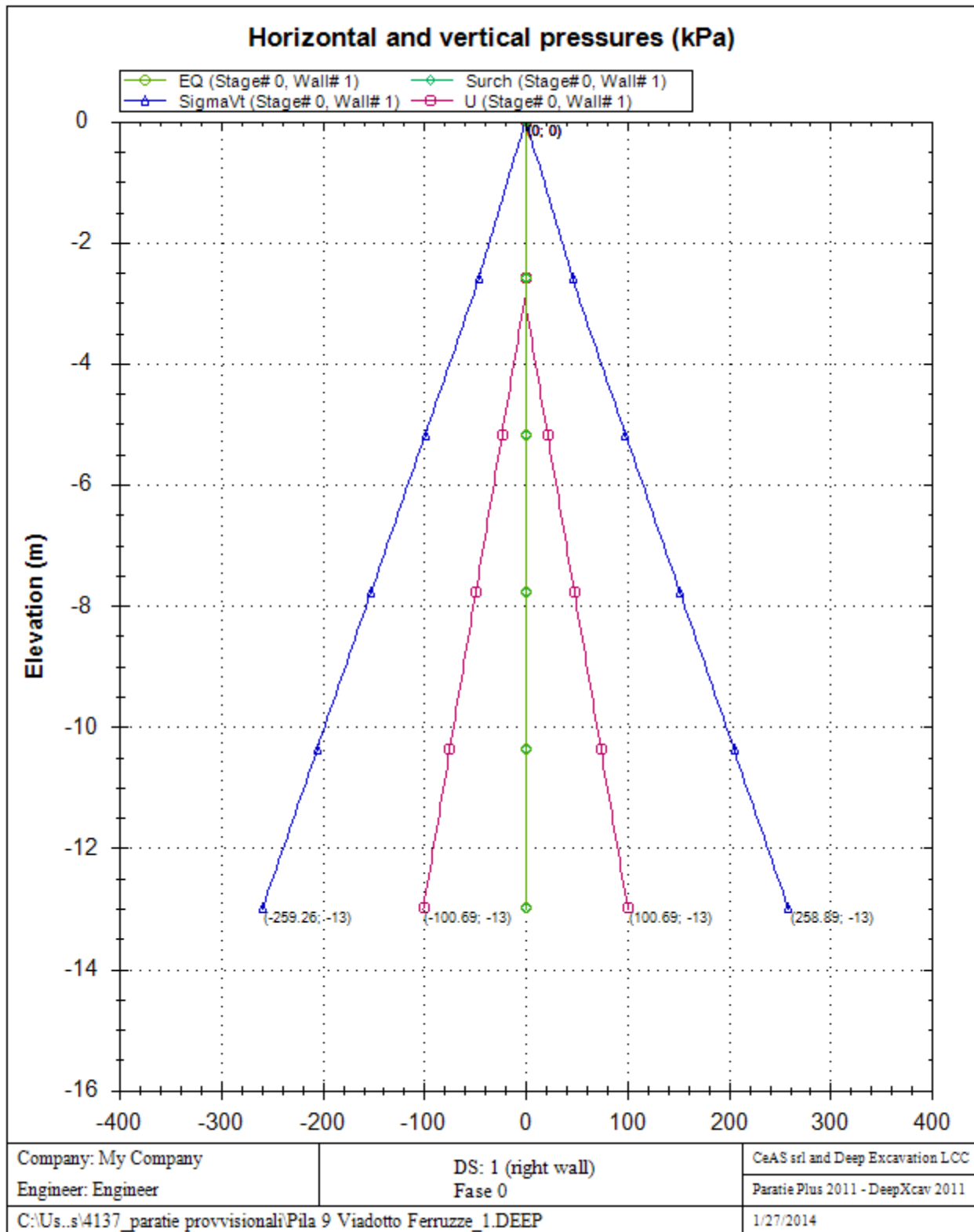
When the excavation is designed with allowable standards, engineers generally use minimum safety factors from 1.2 to 1.5 depending on the level of confidence. A minimum safety factor of 1.2 is generally applied on FS3.

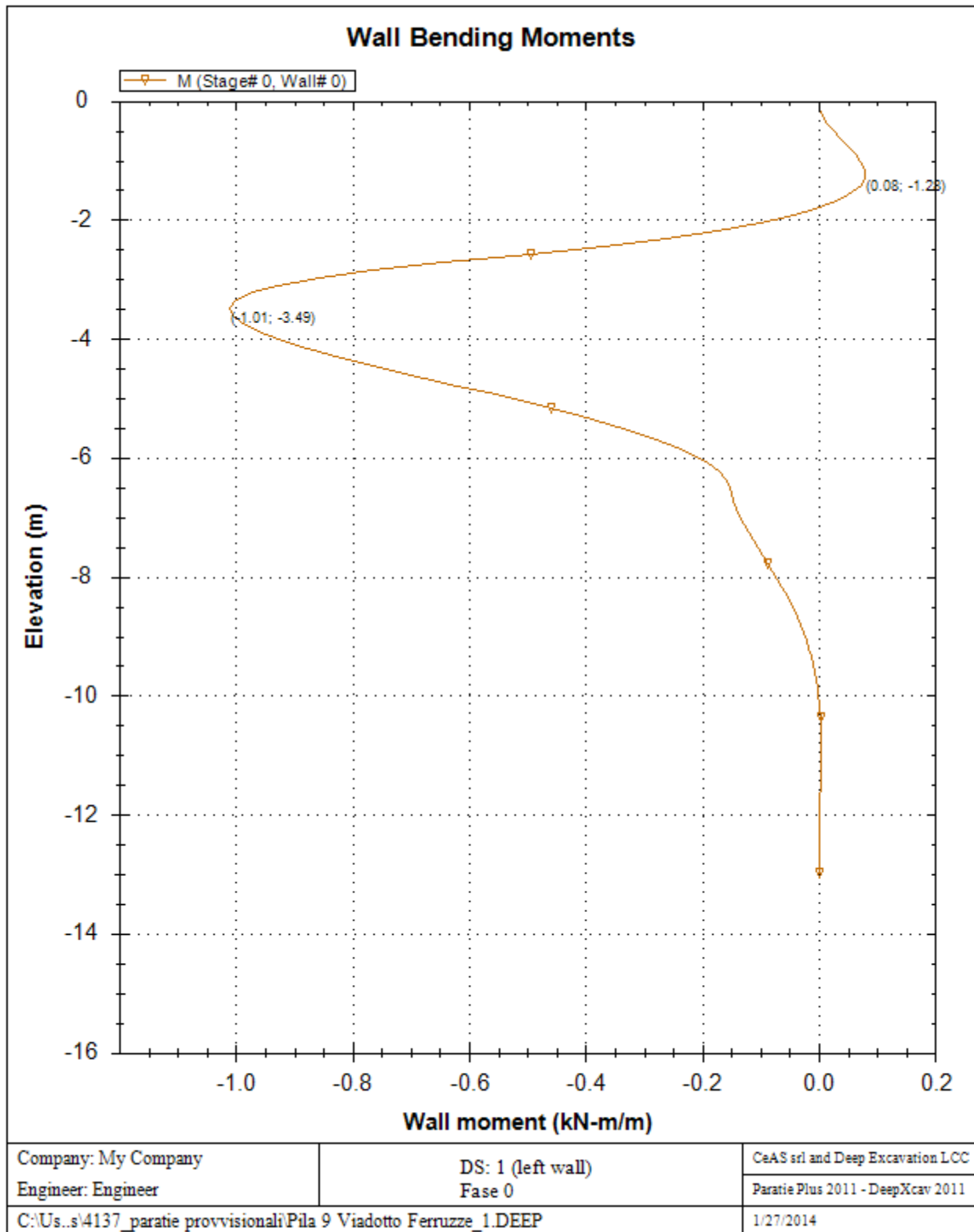
With ultimate limit state designs (such as Eurocode 7, and LRFD) the required safety factor must generally be greater than 1.0. In non-linear solutions it might be impossible to achieve exactly 1 on FS4 as this would likely trigger overall failure.

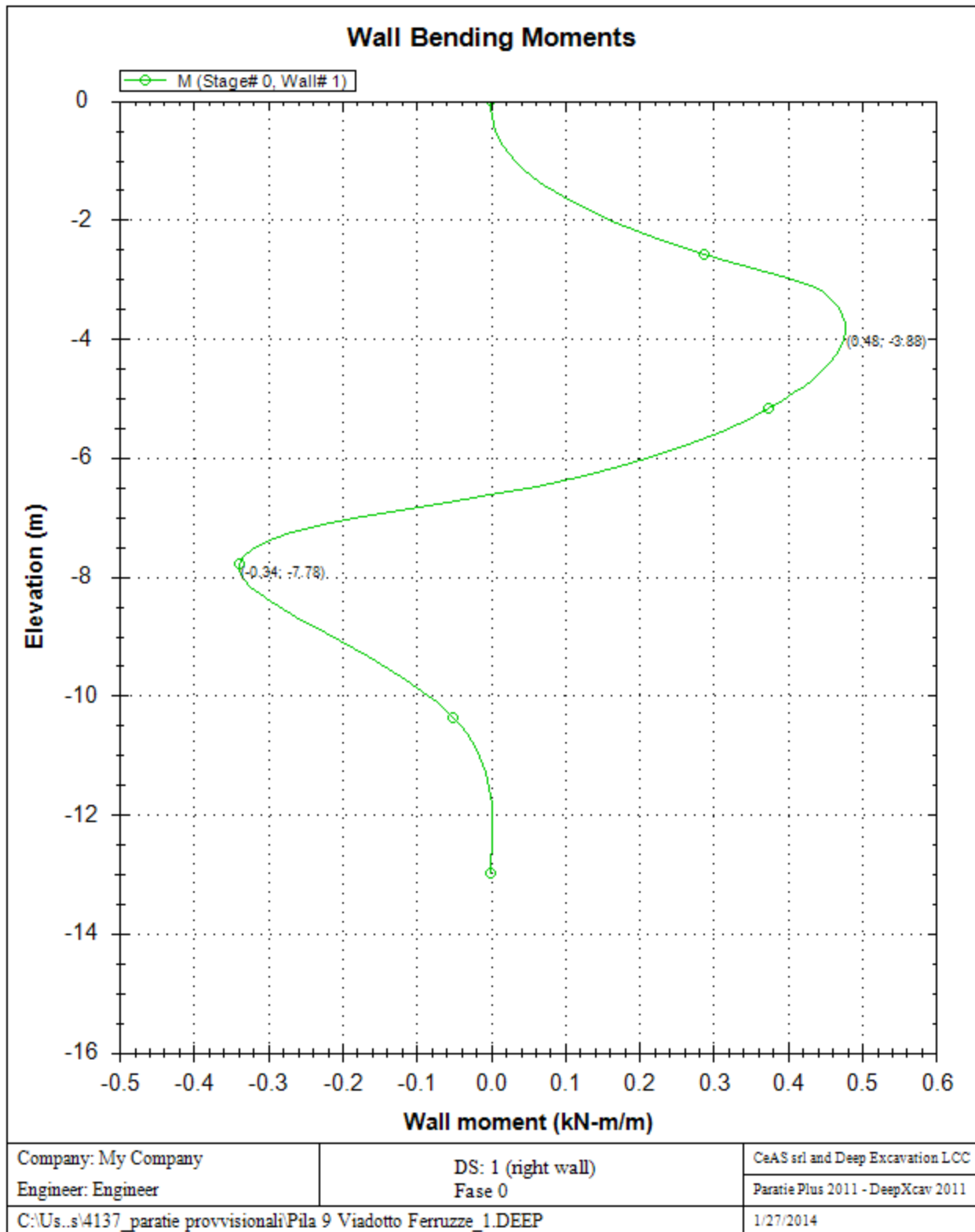
Result diagrams (for walls)

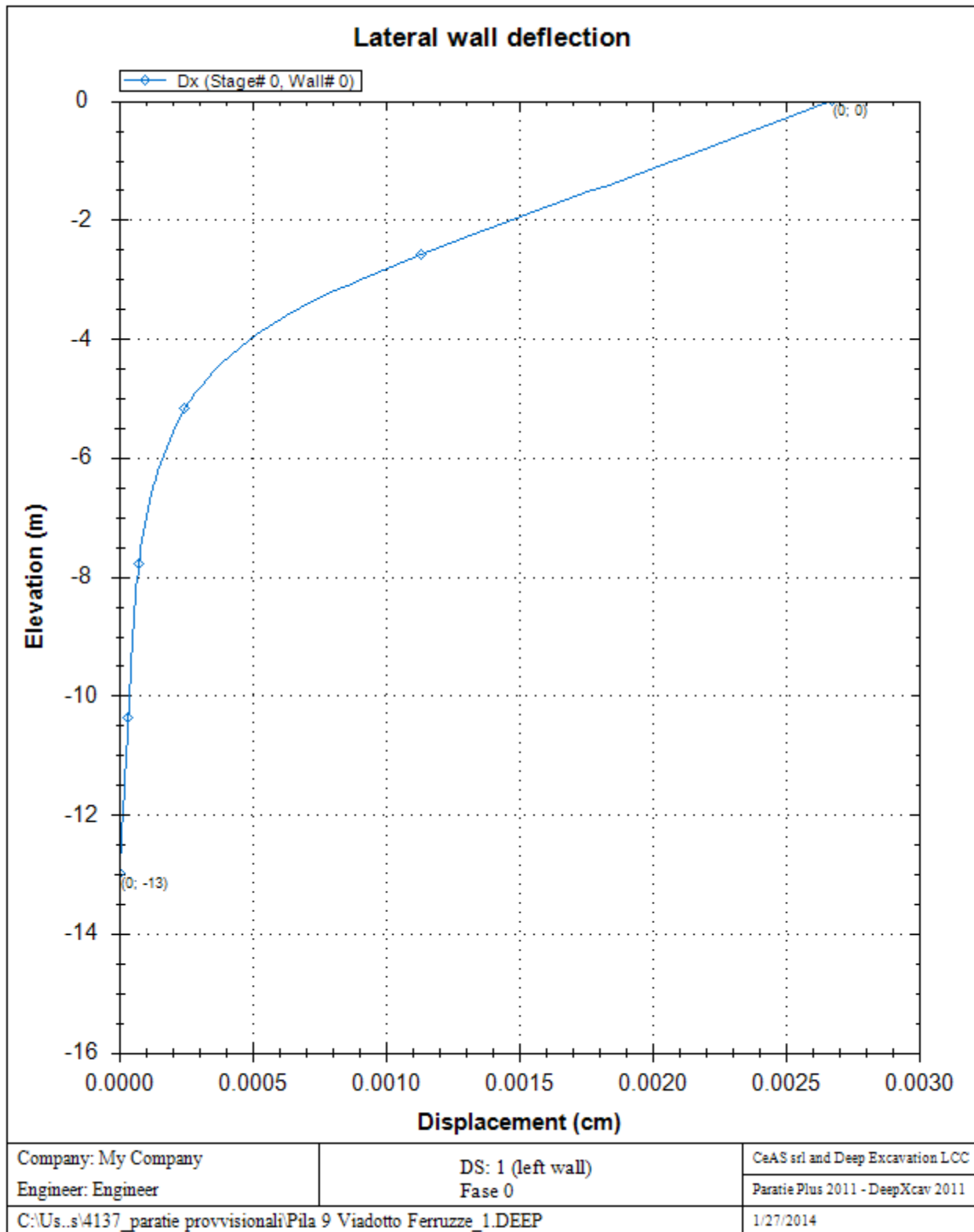
A sequence of result diagrams for each excavation stage is reported

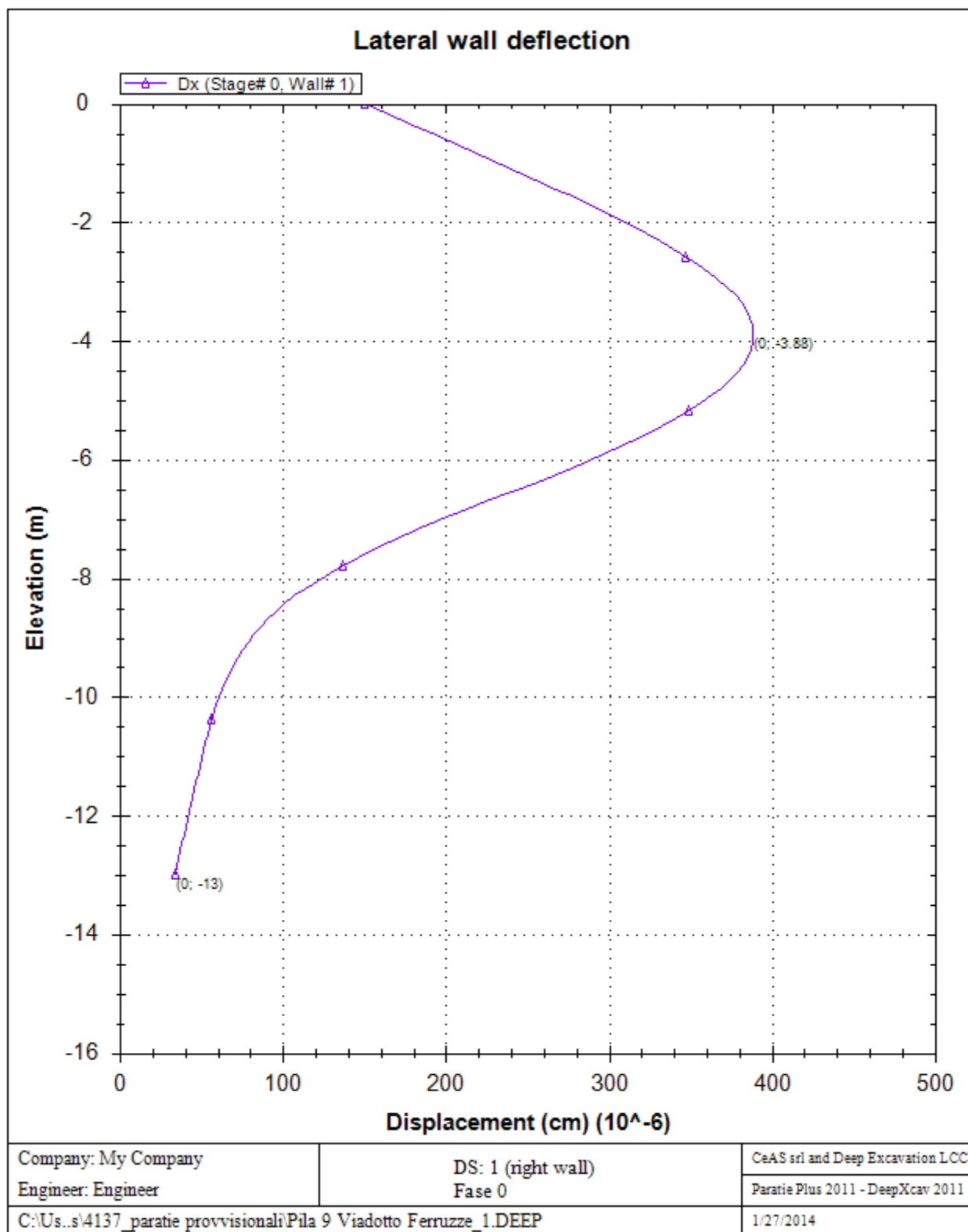


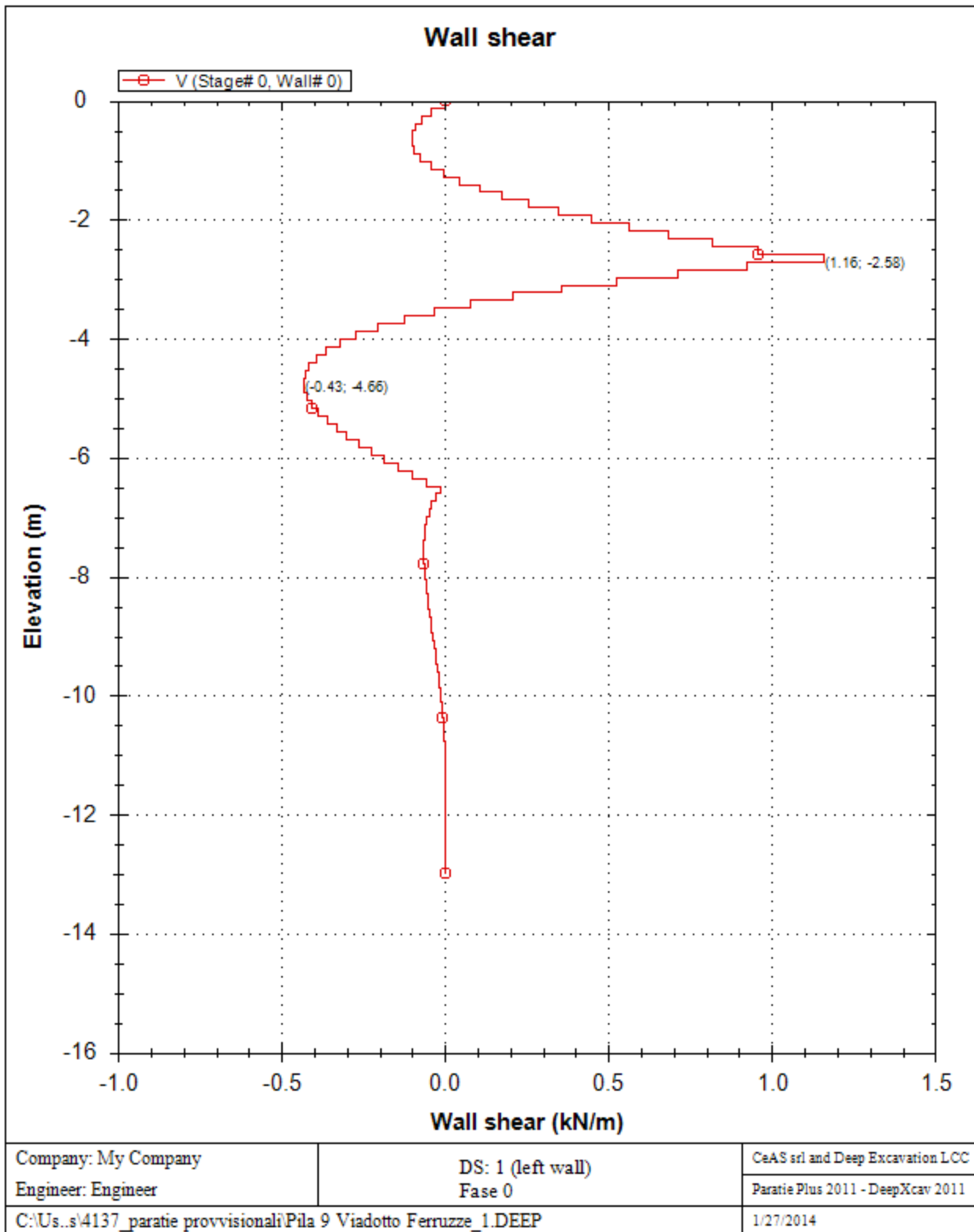


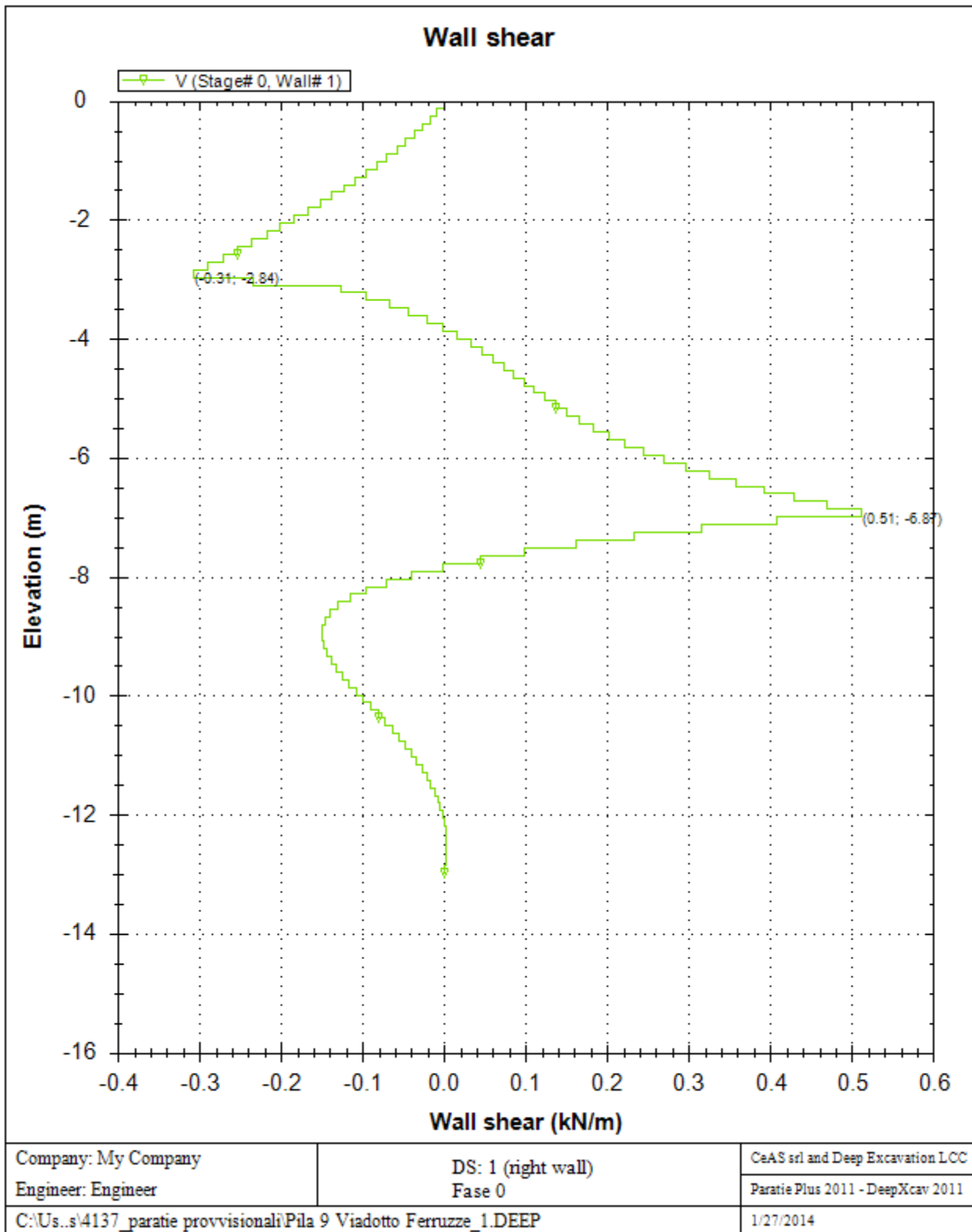


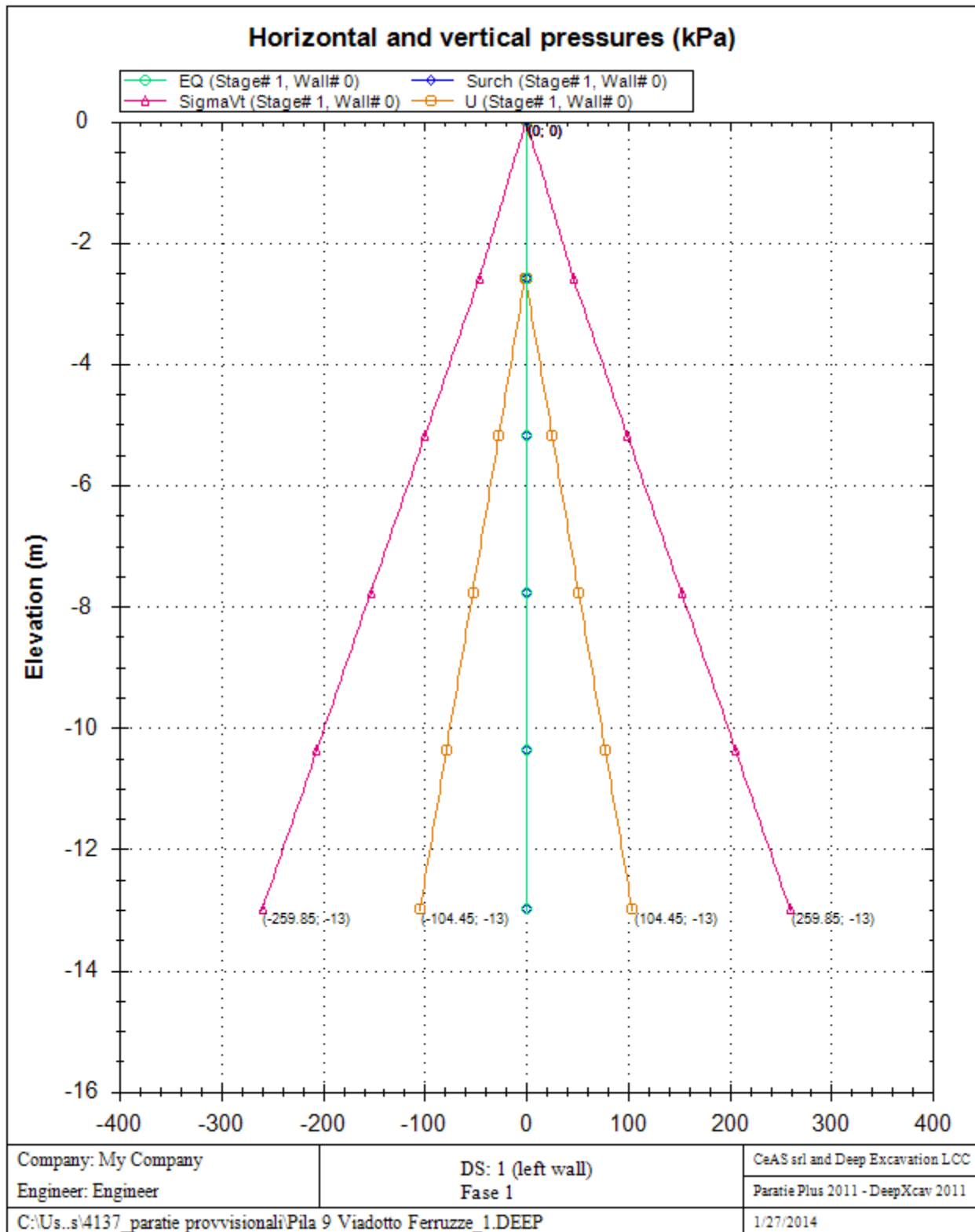


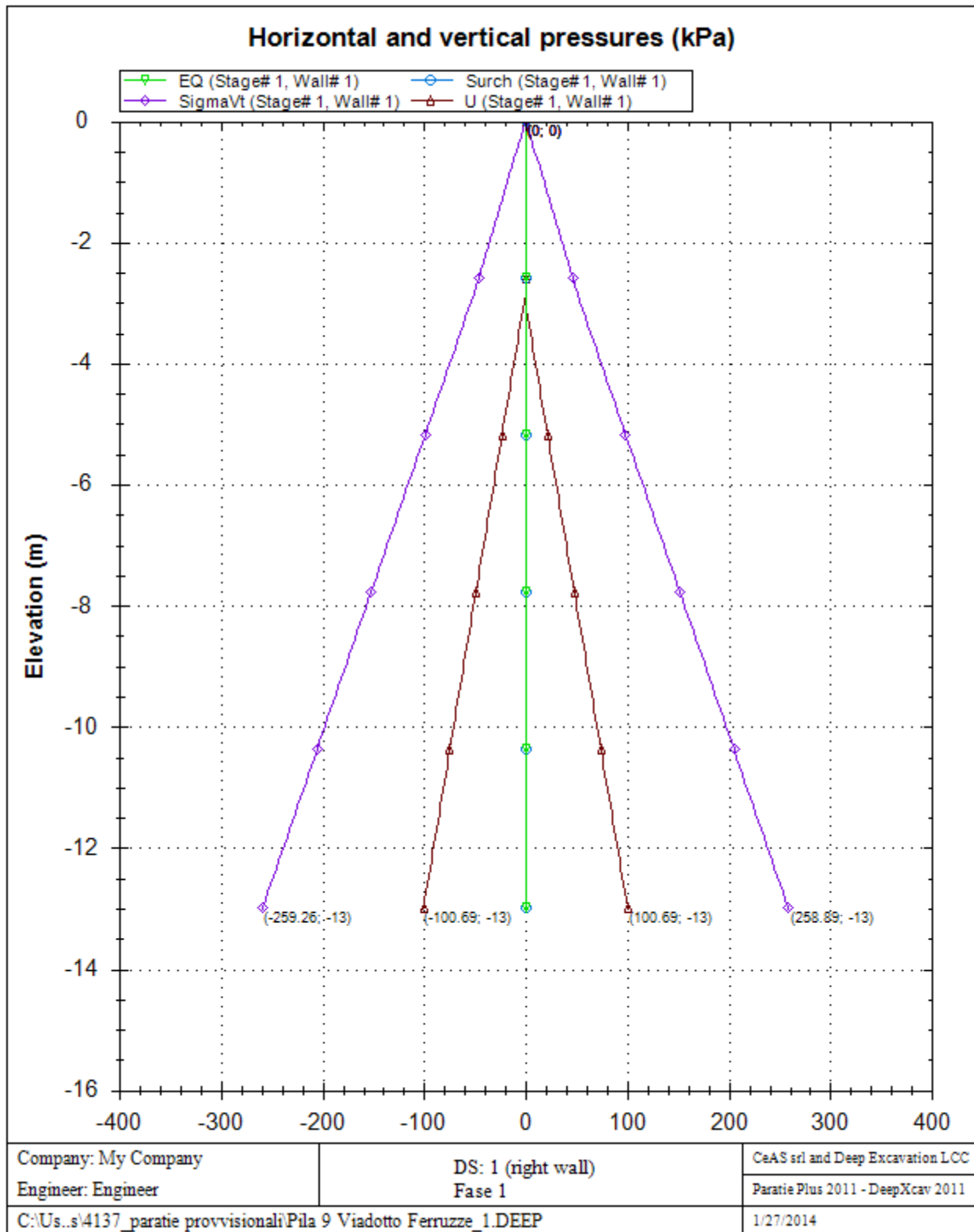


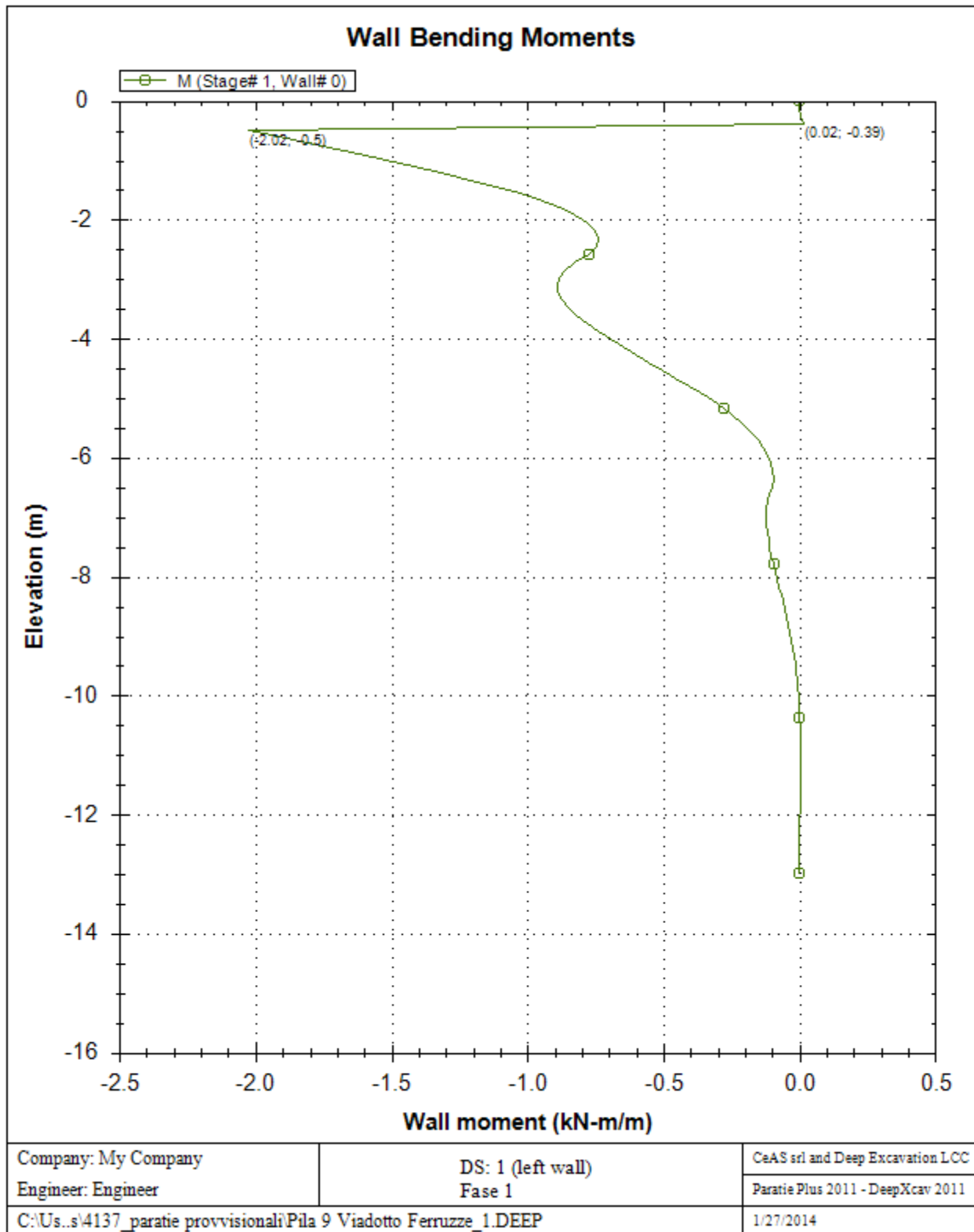


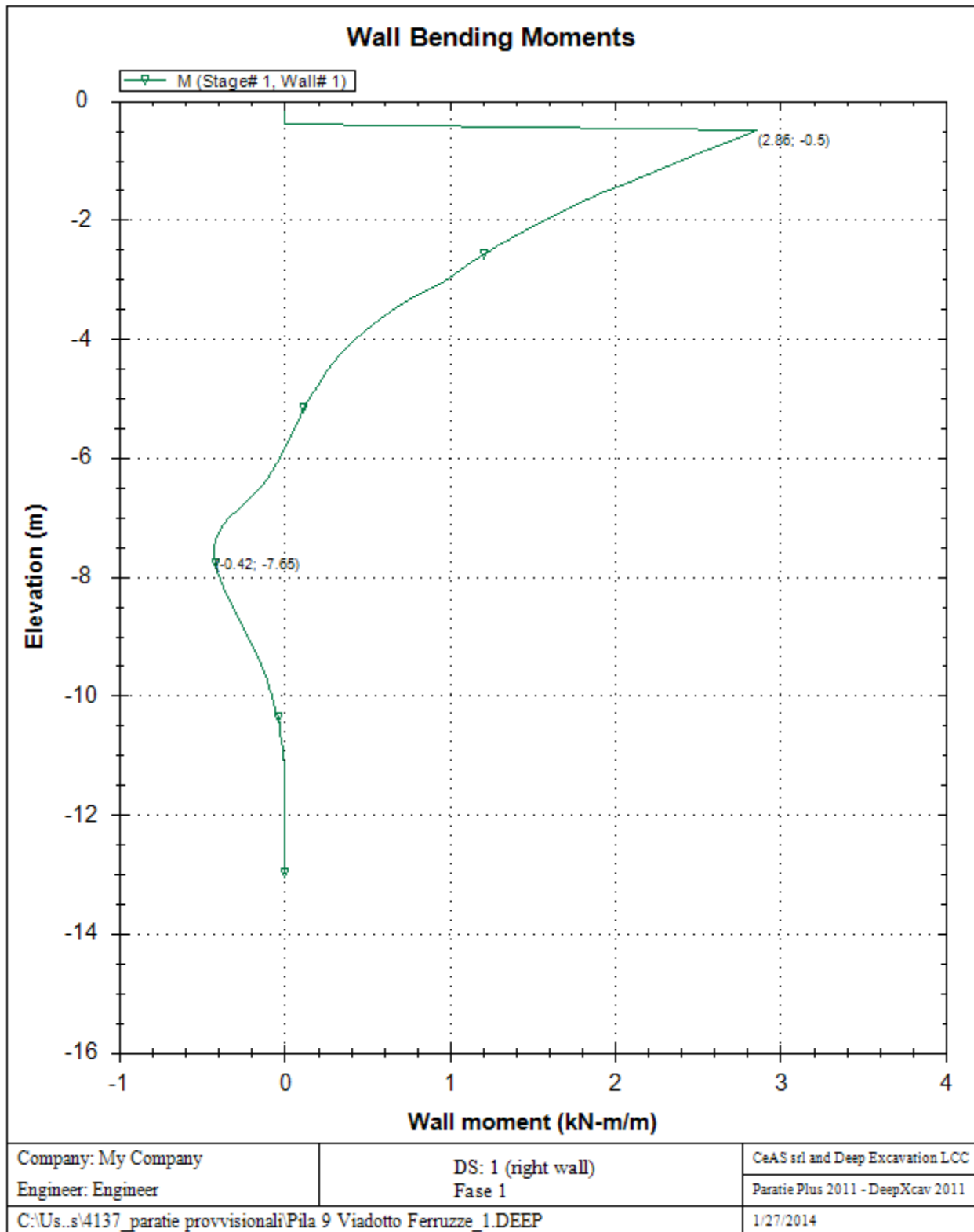


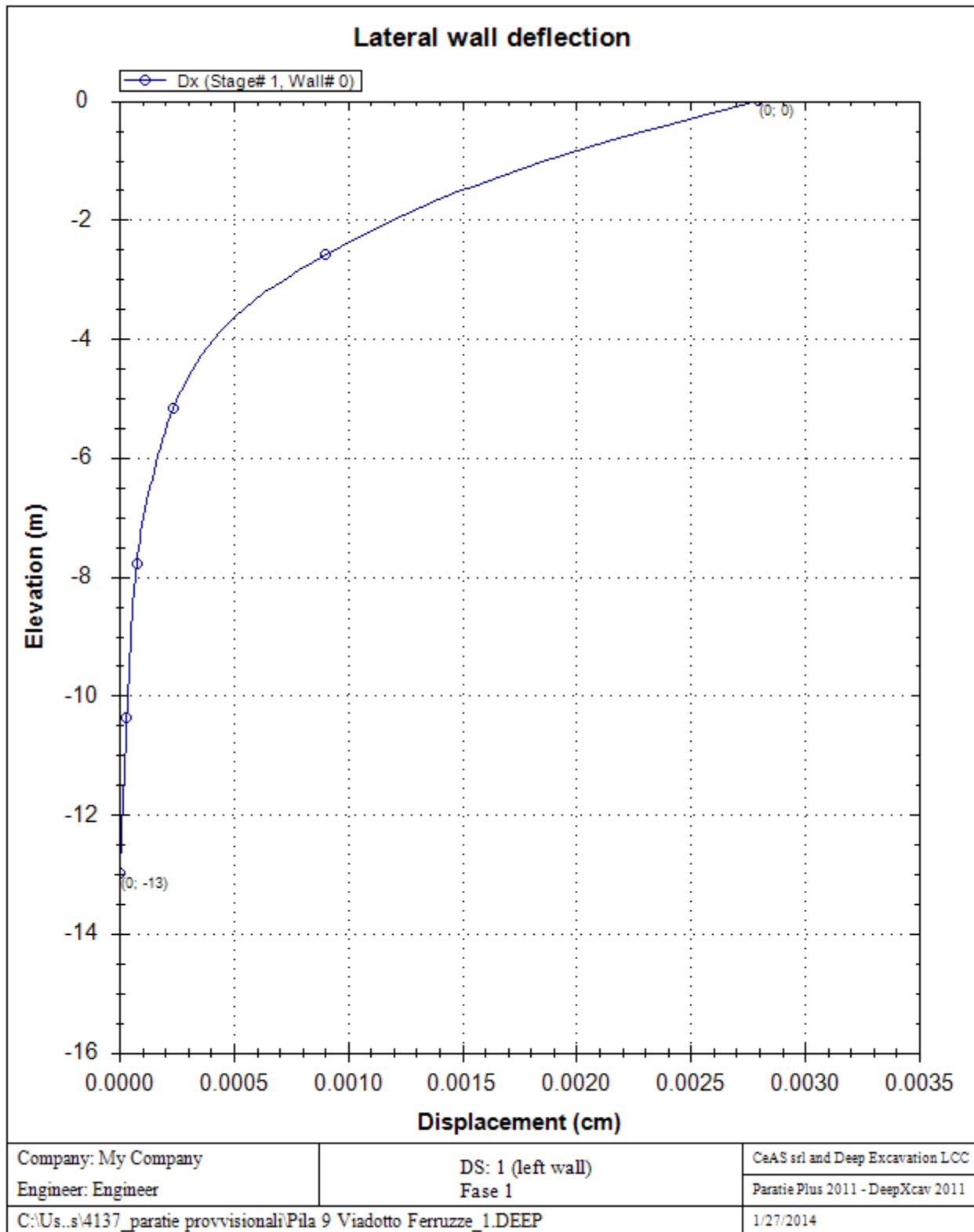


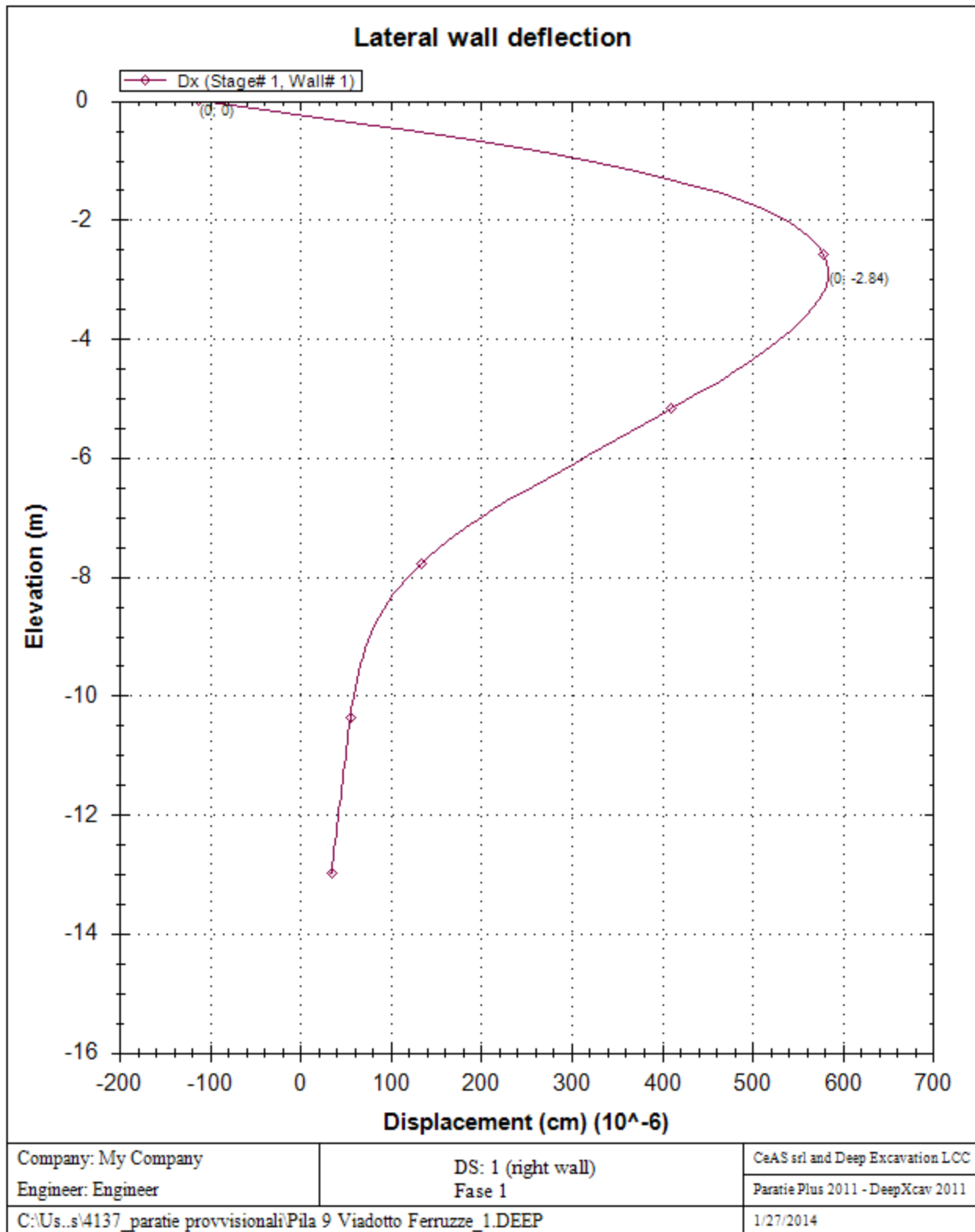


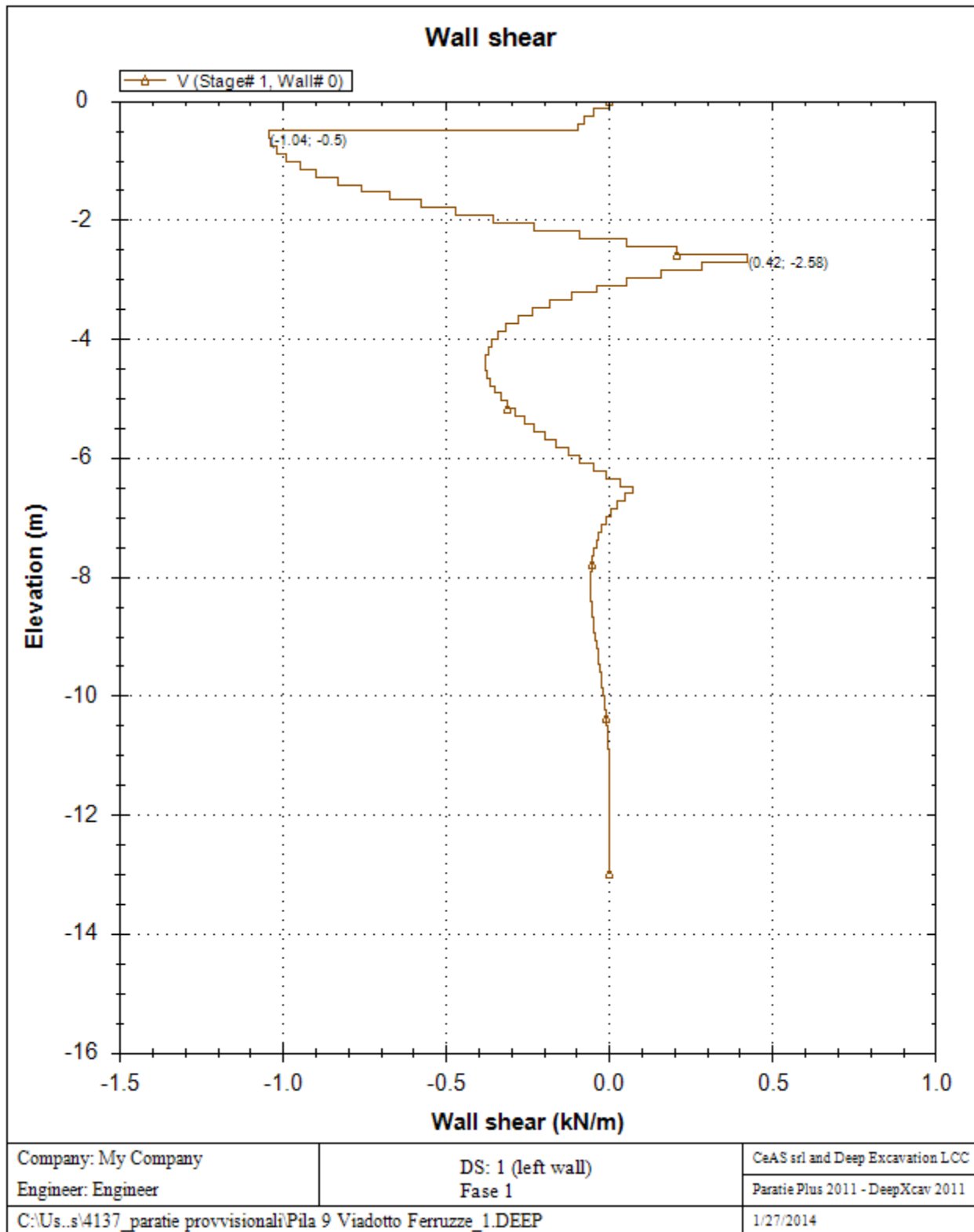


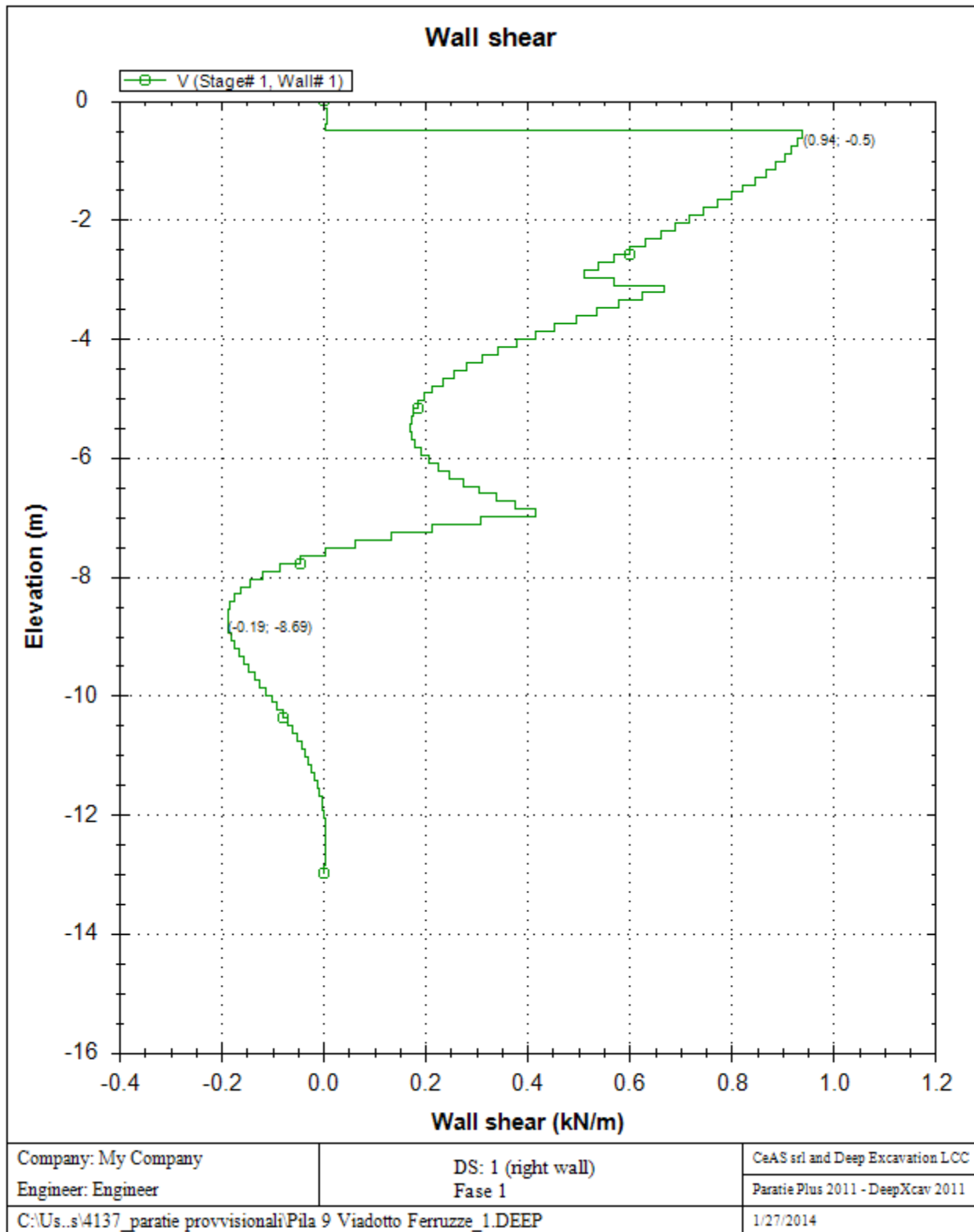


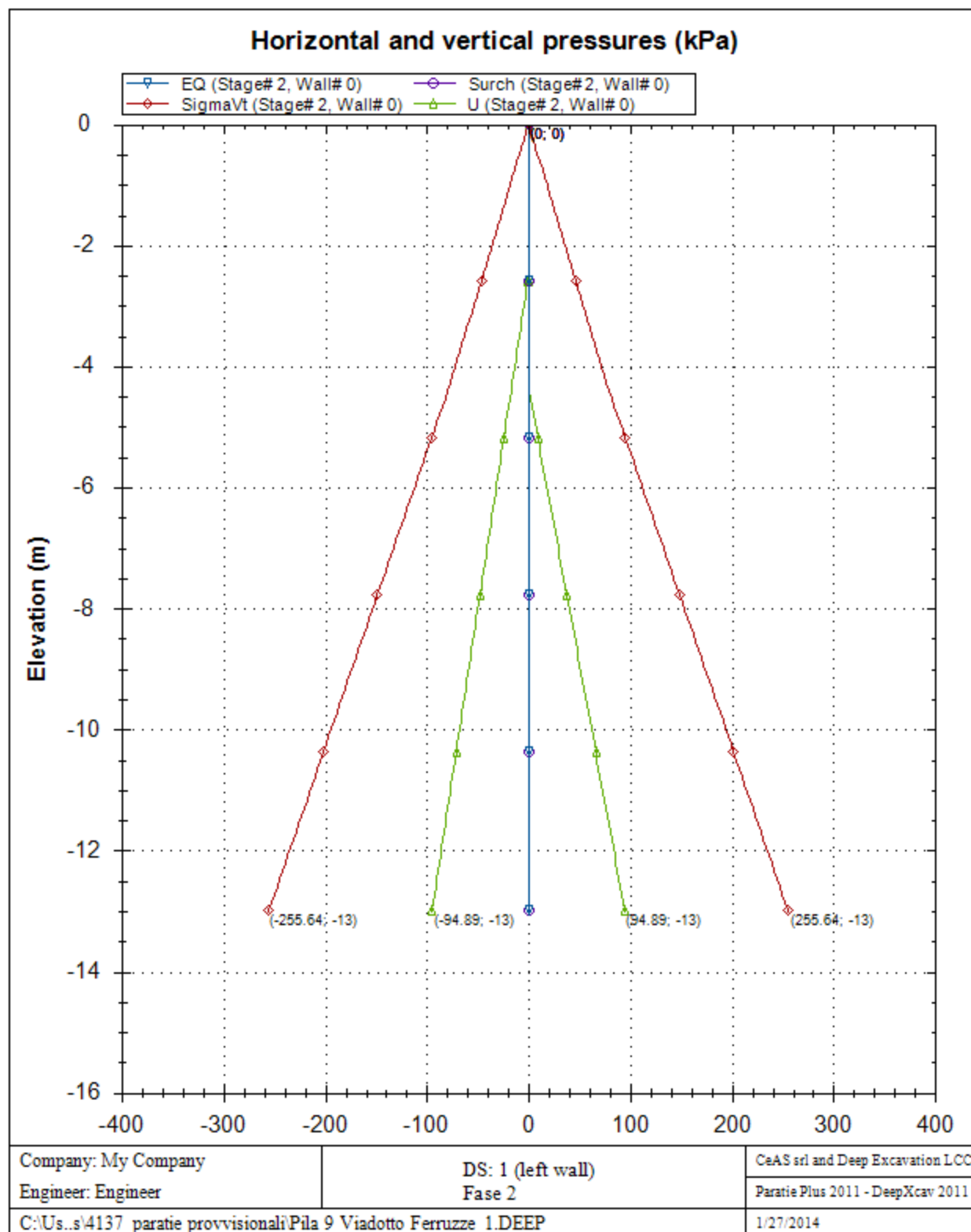


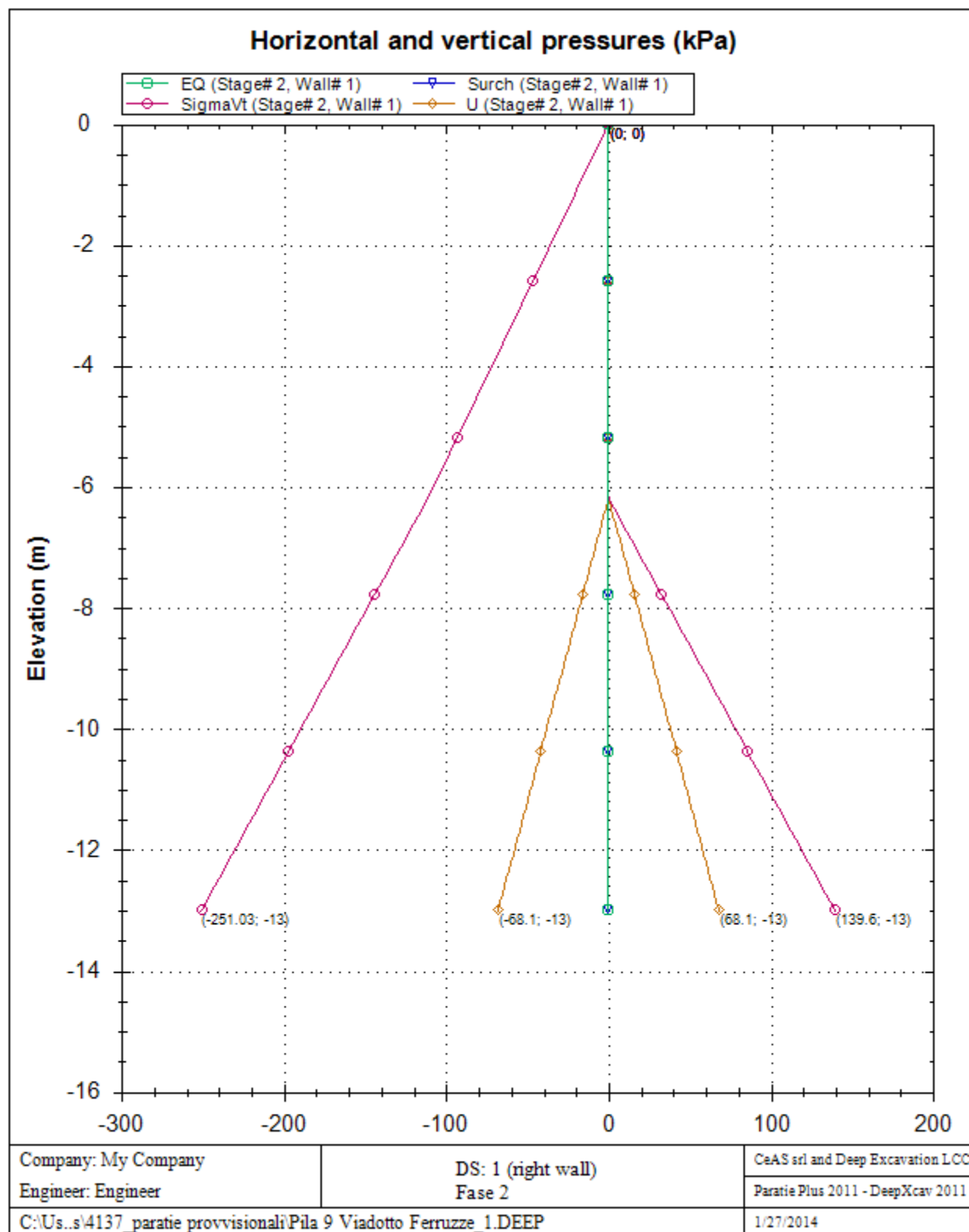


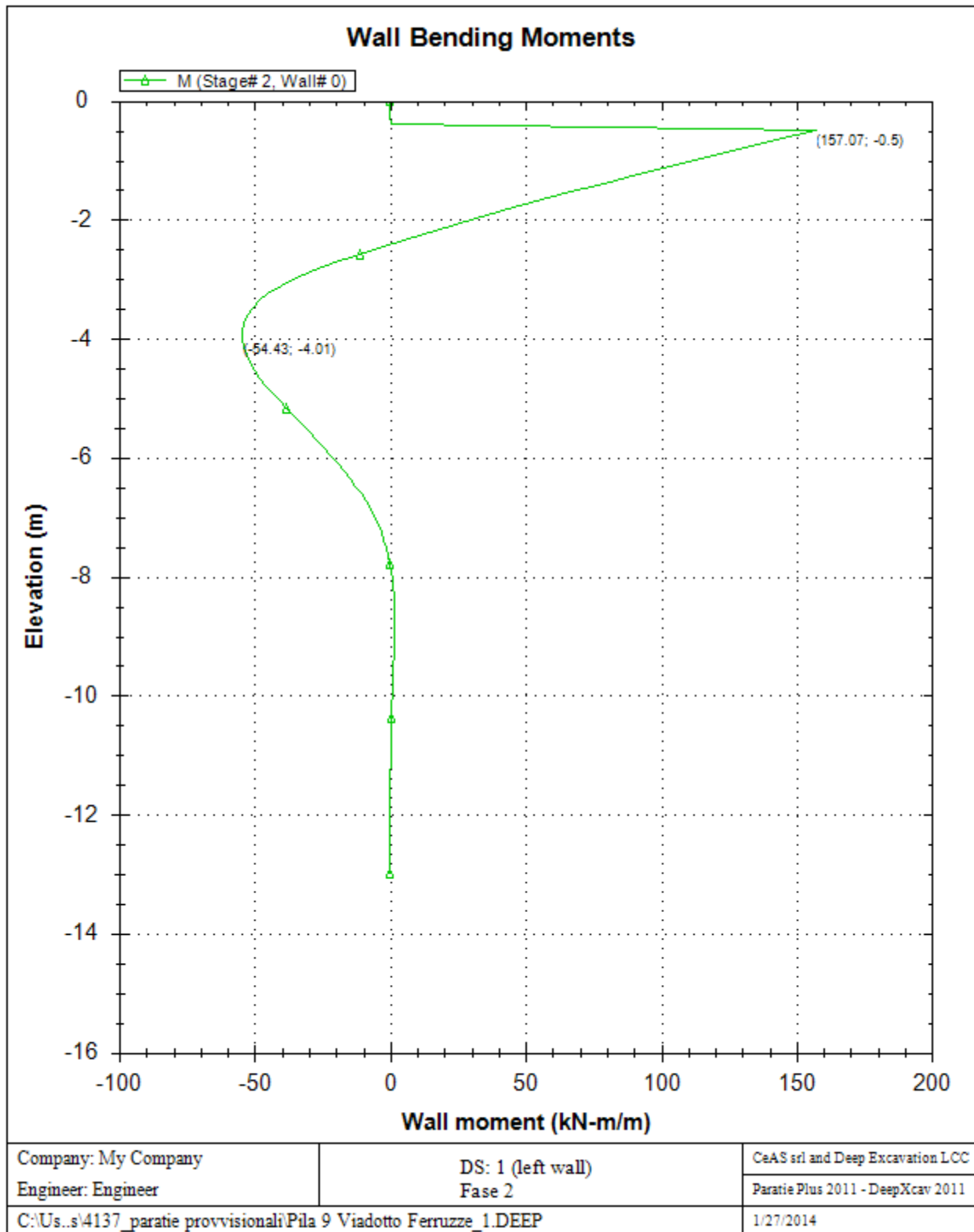


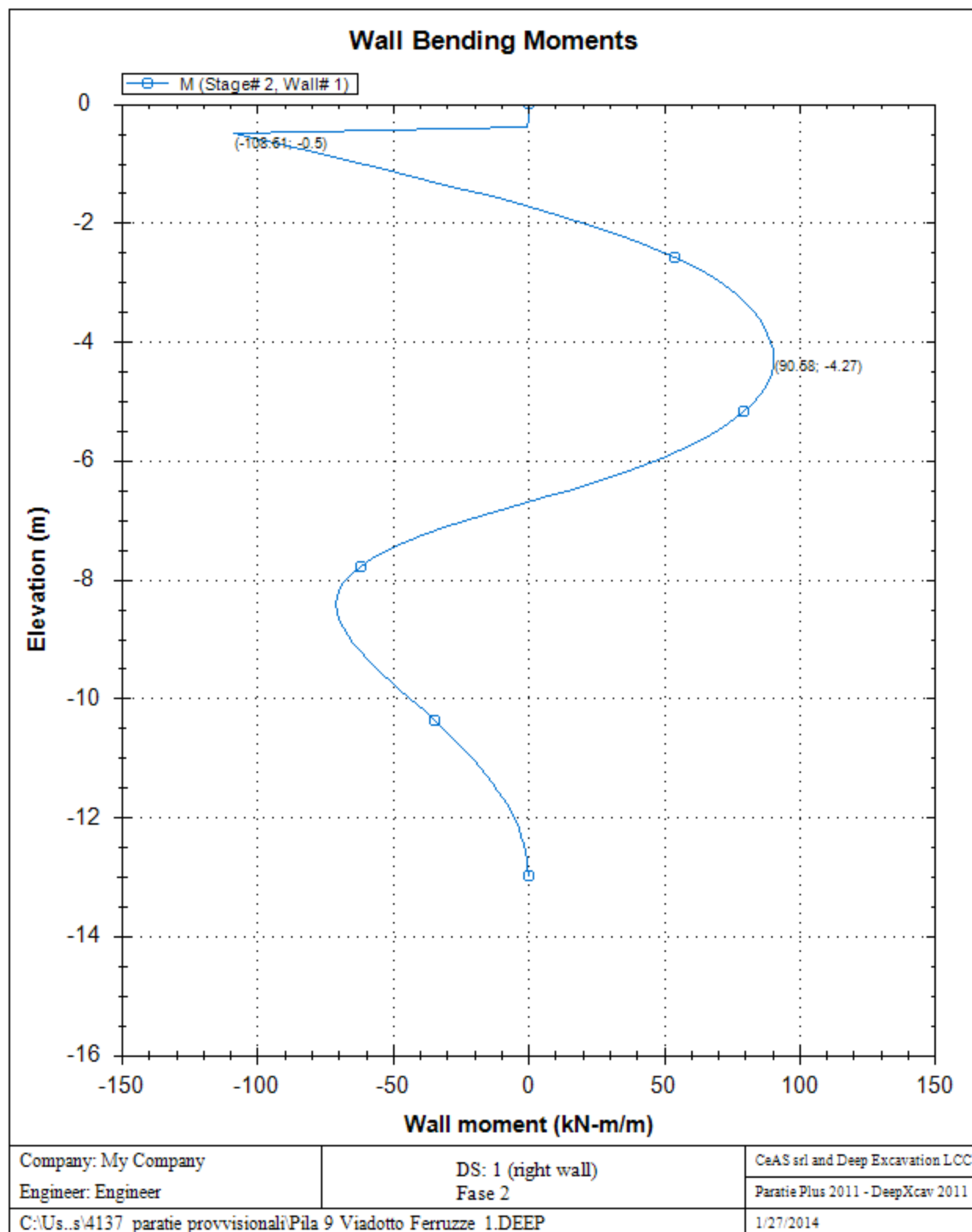


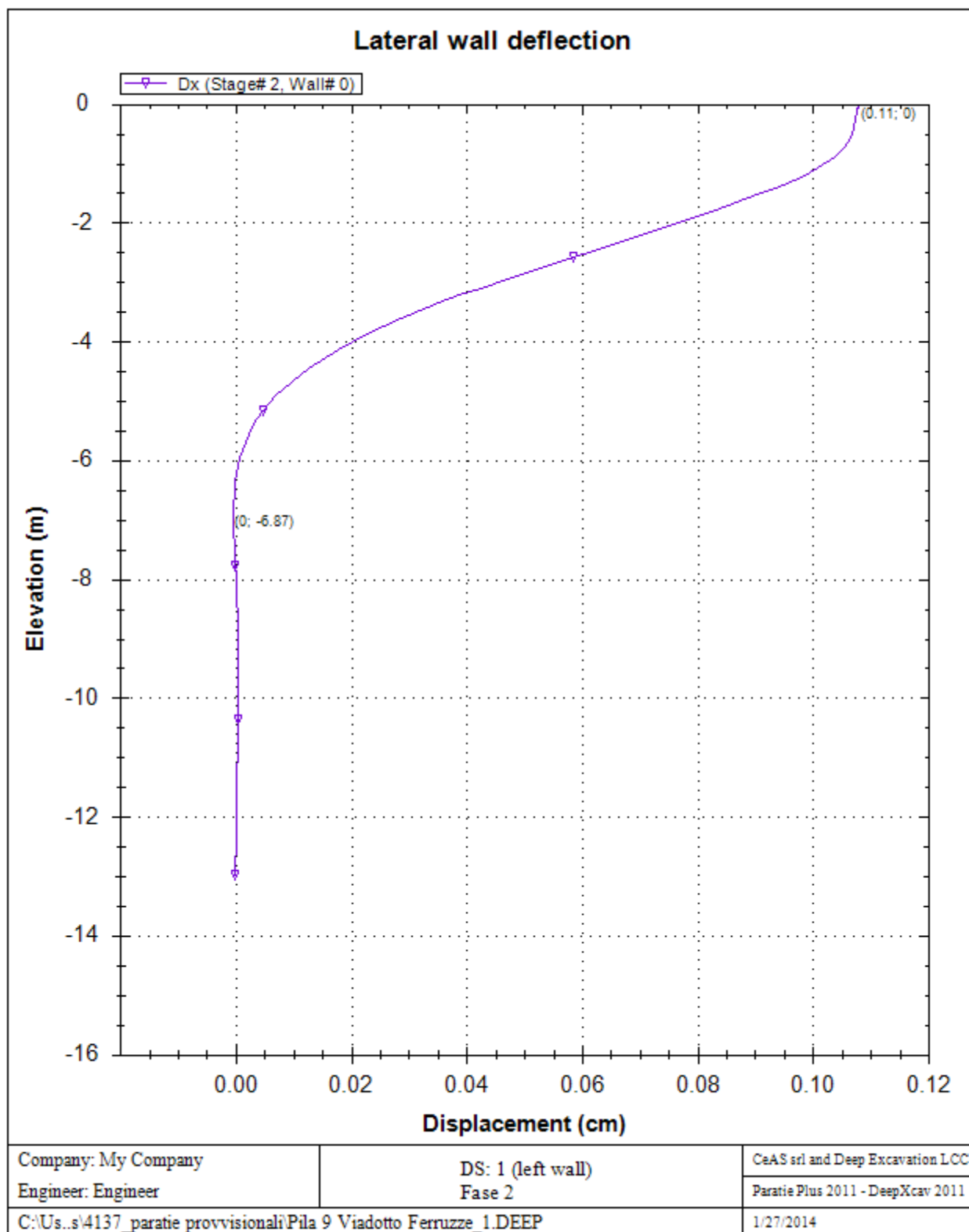


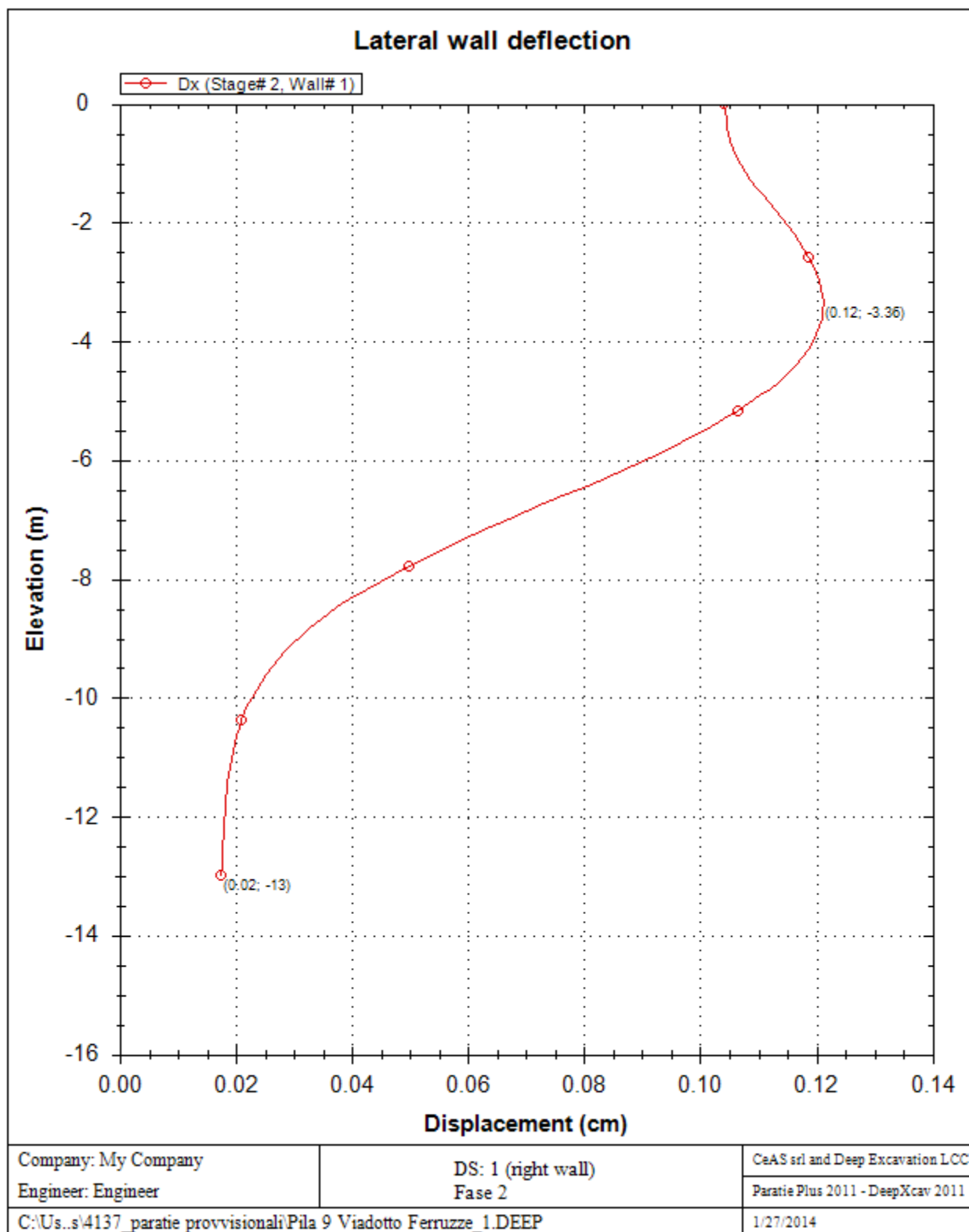


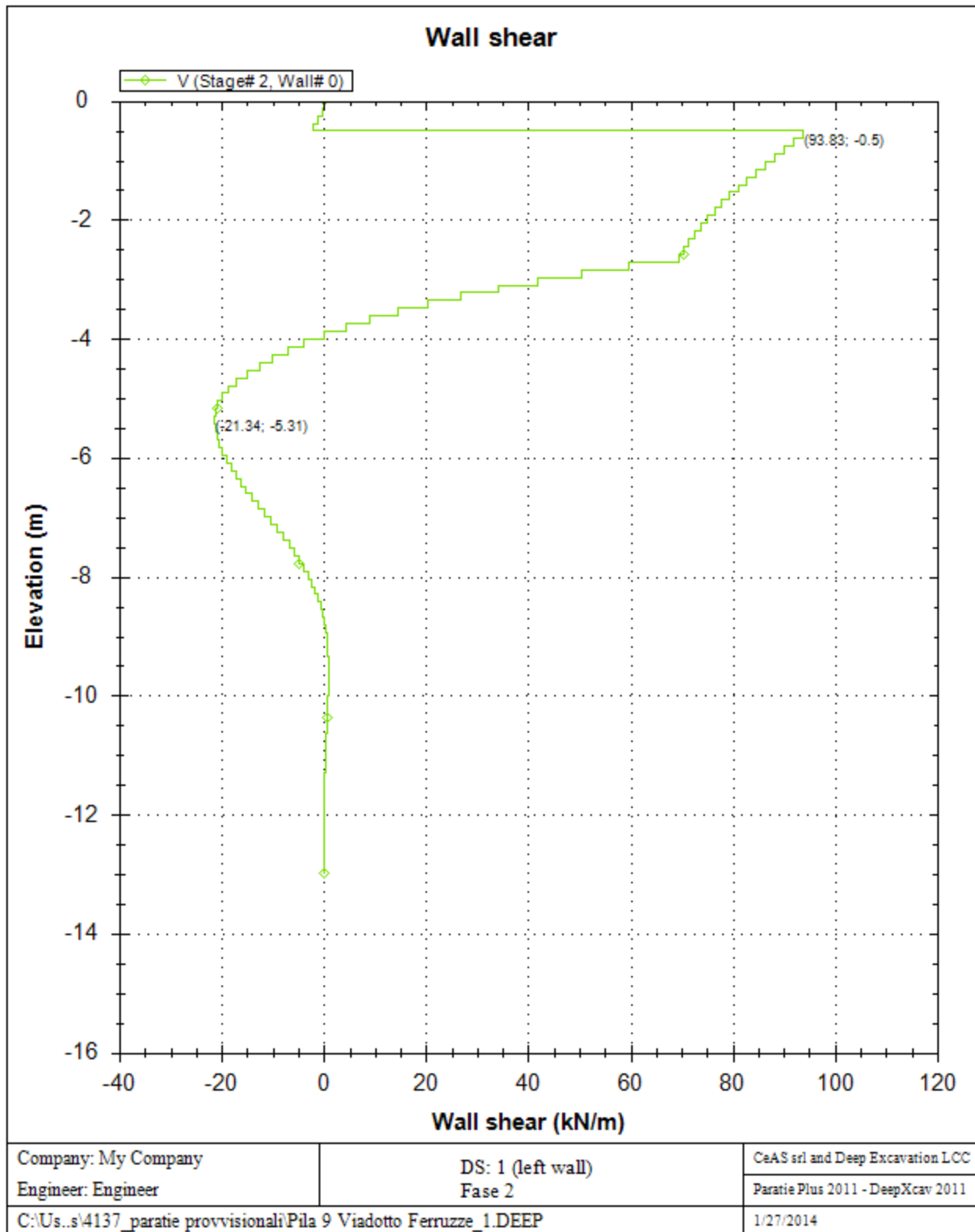


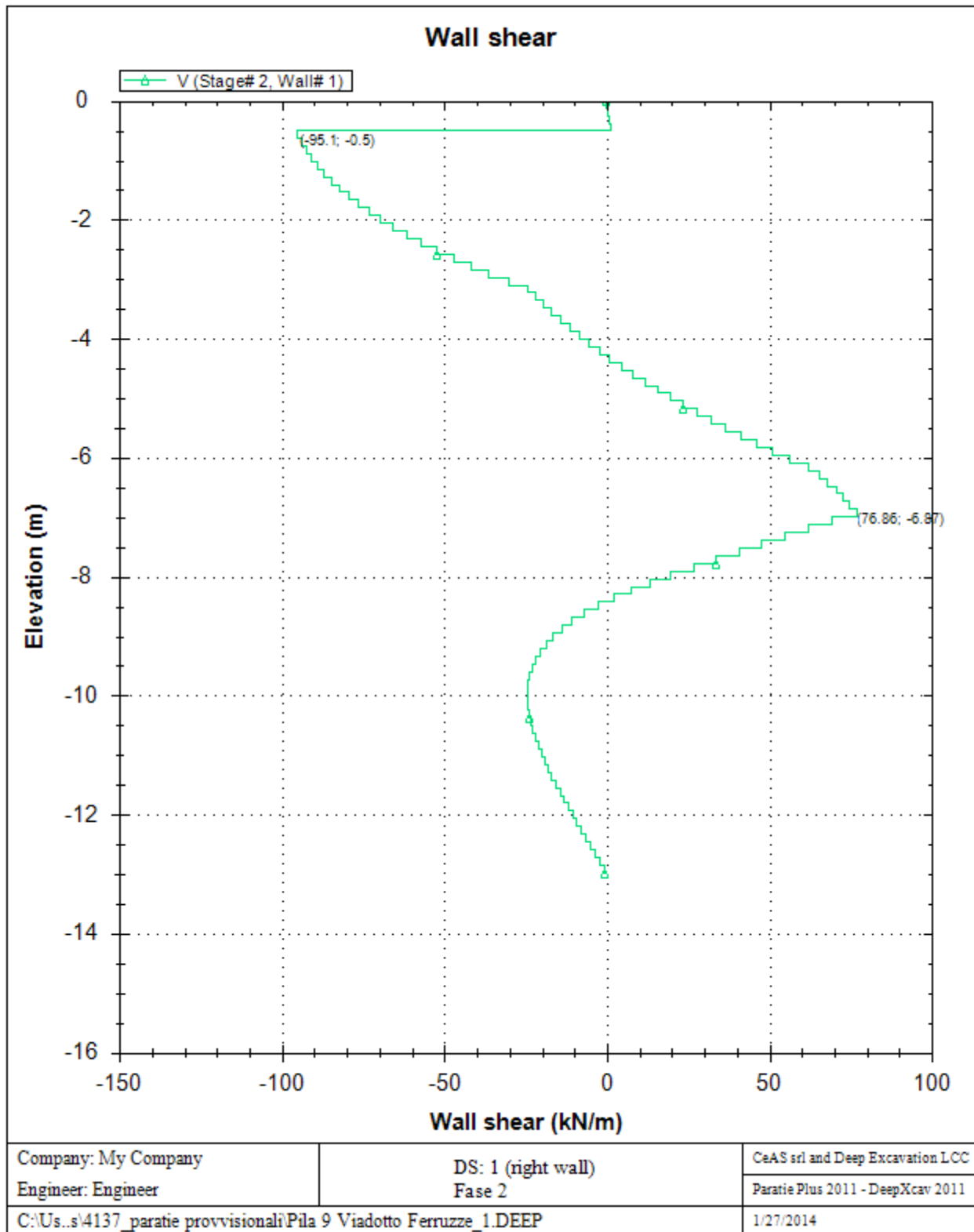


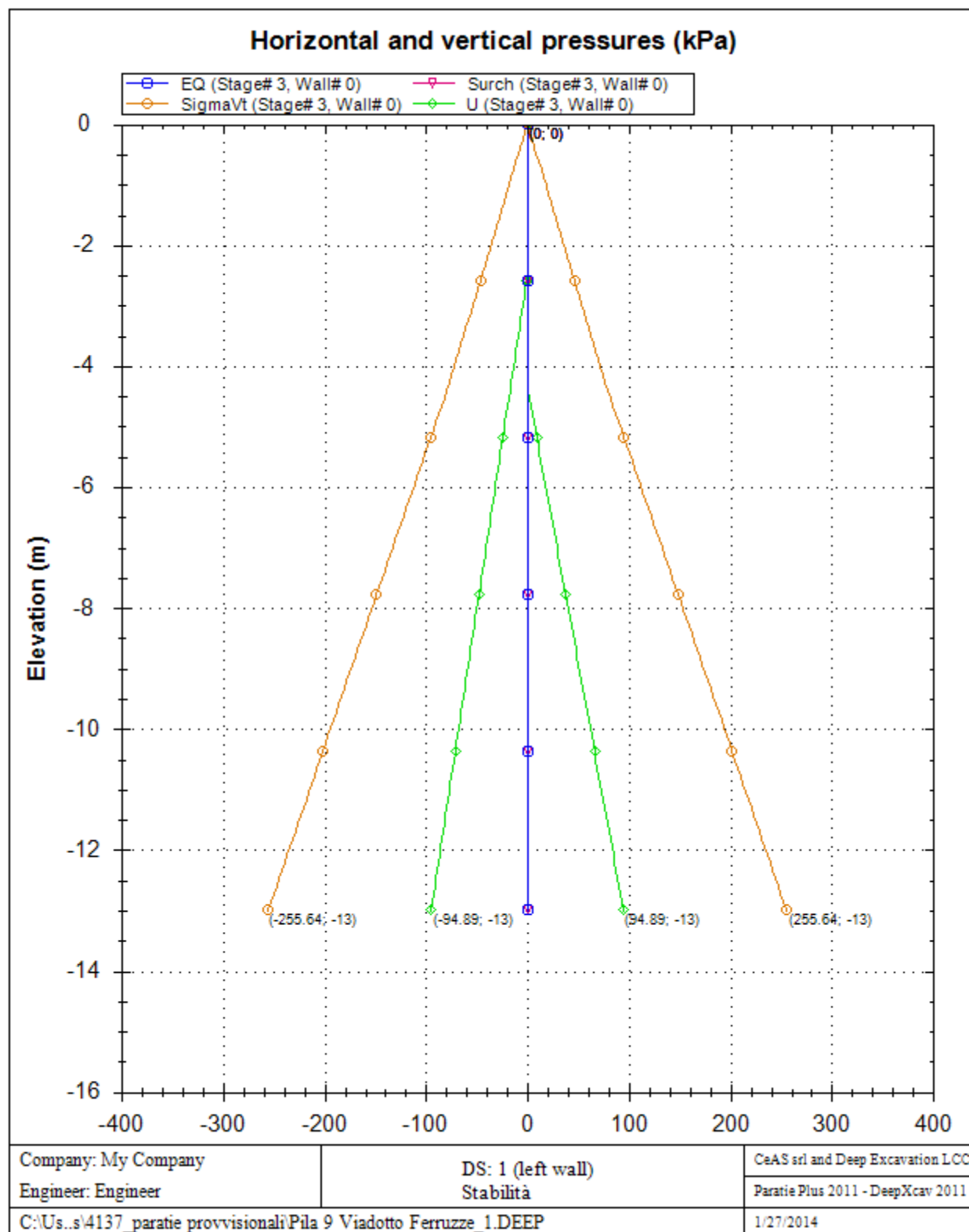


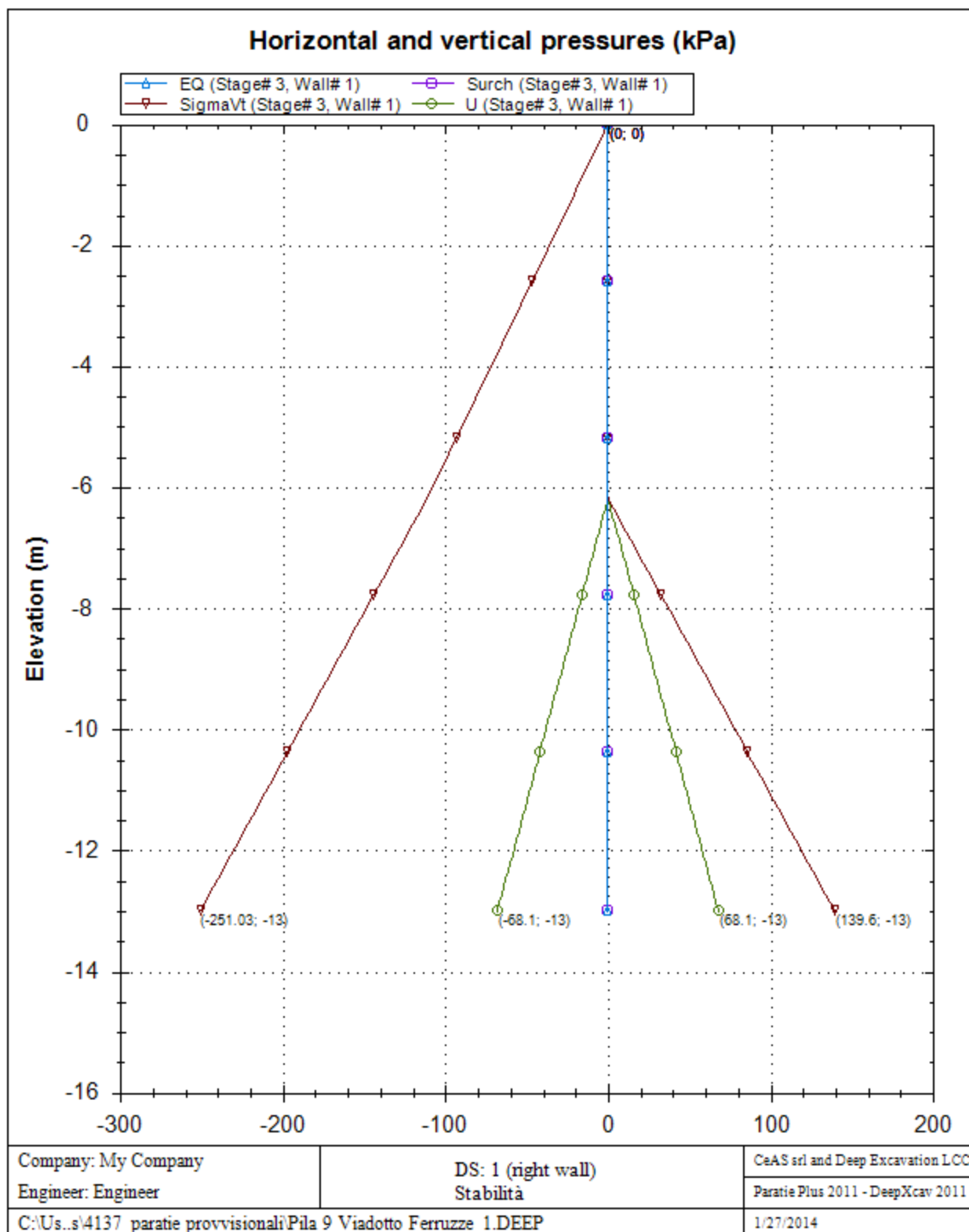


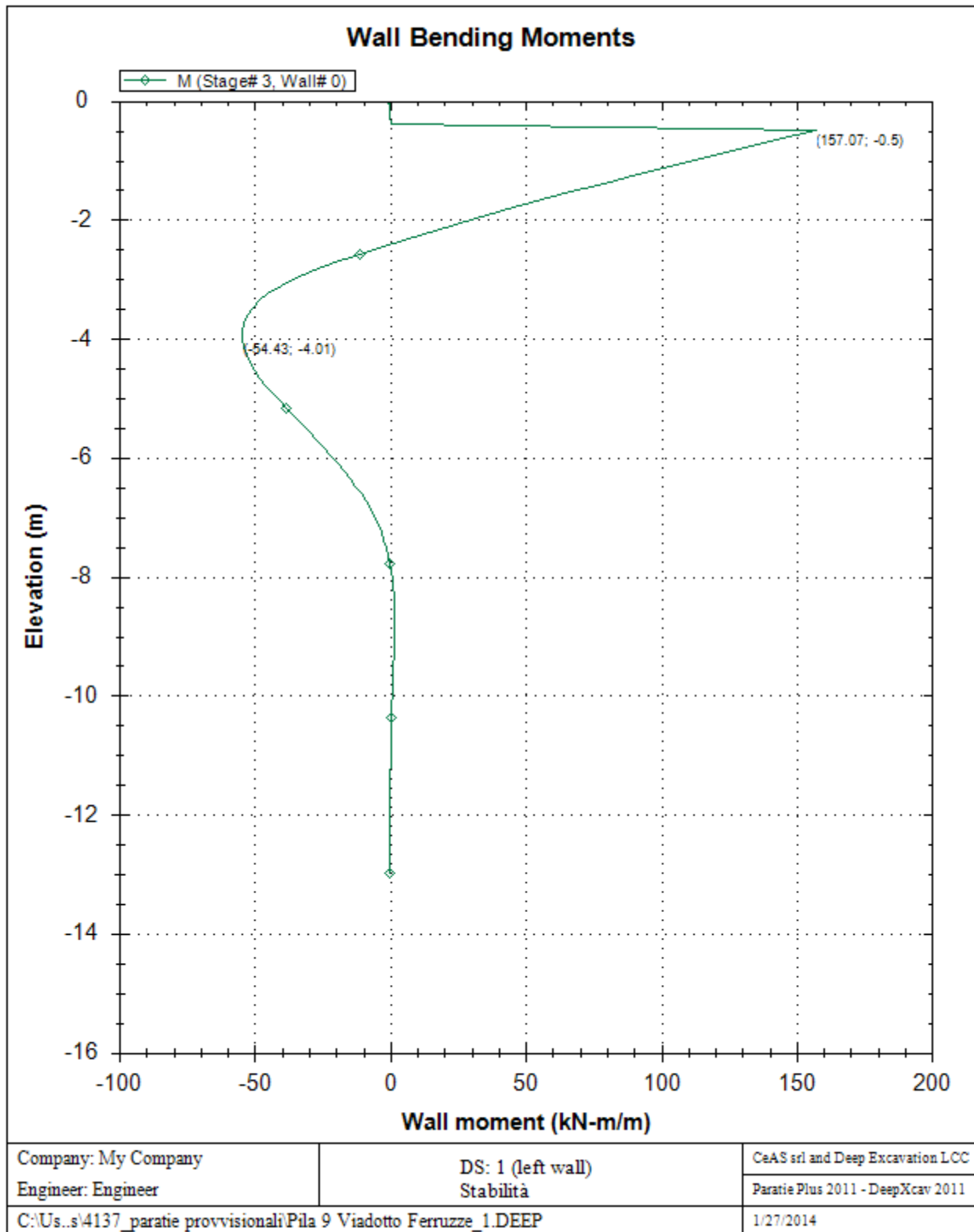


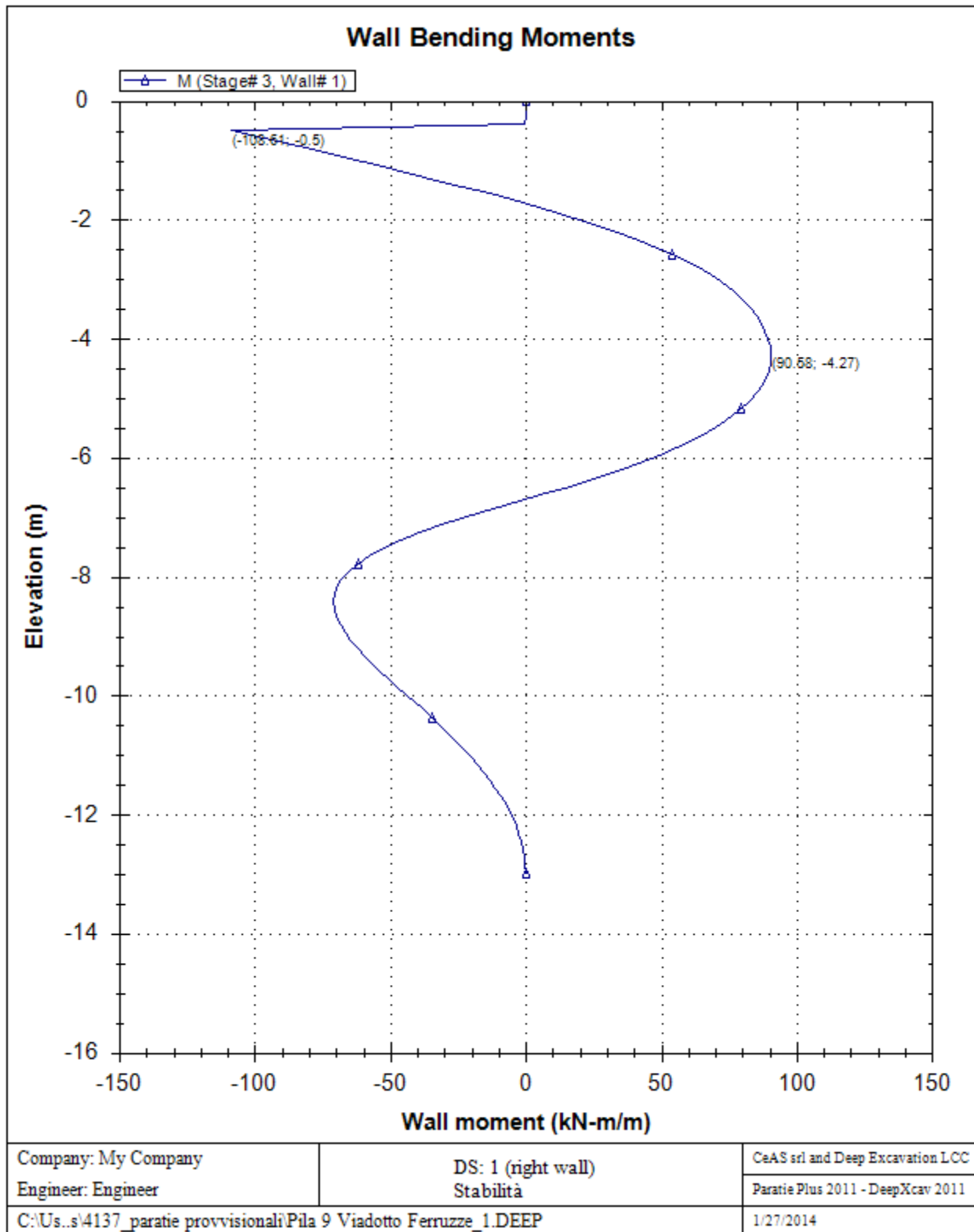


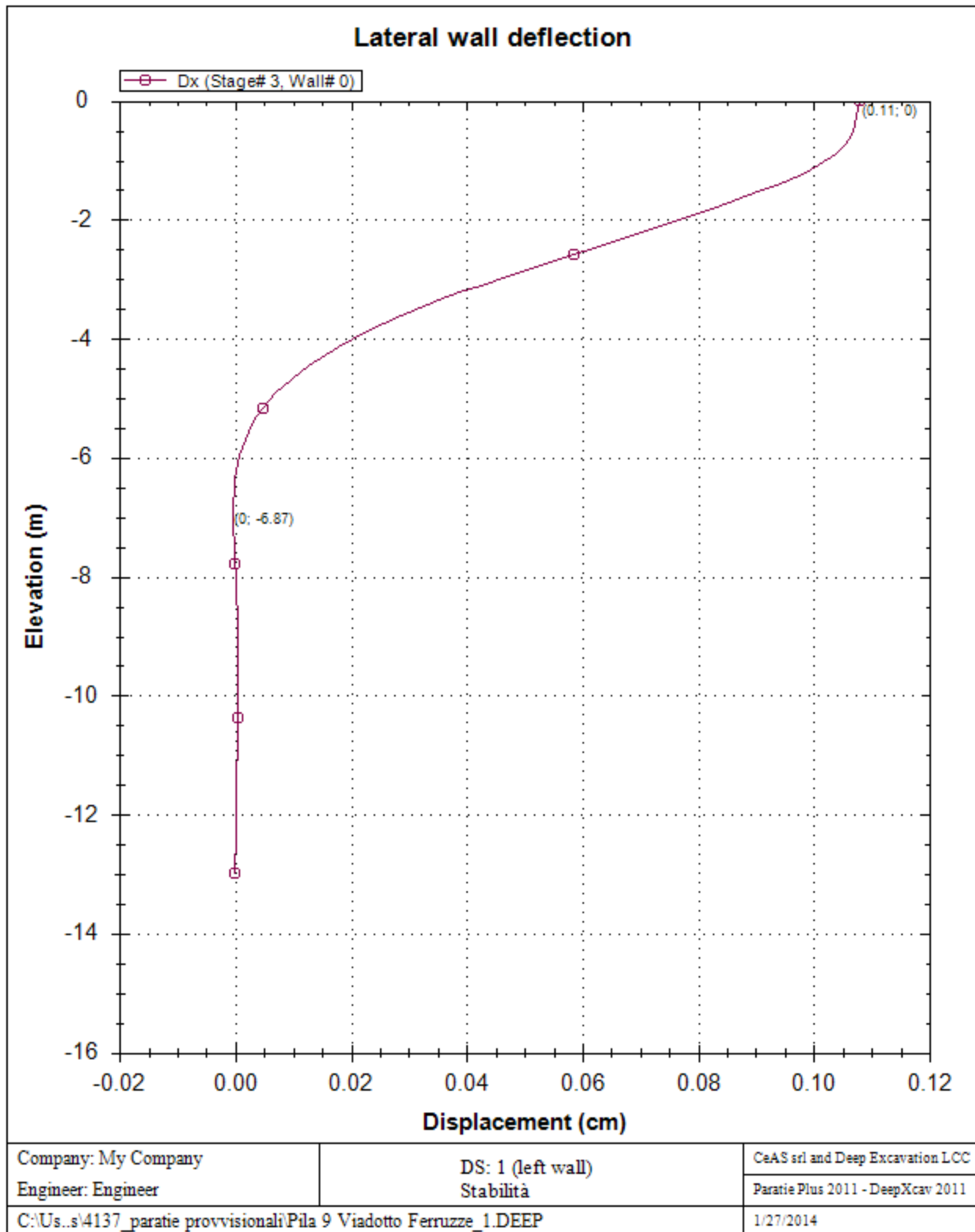


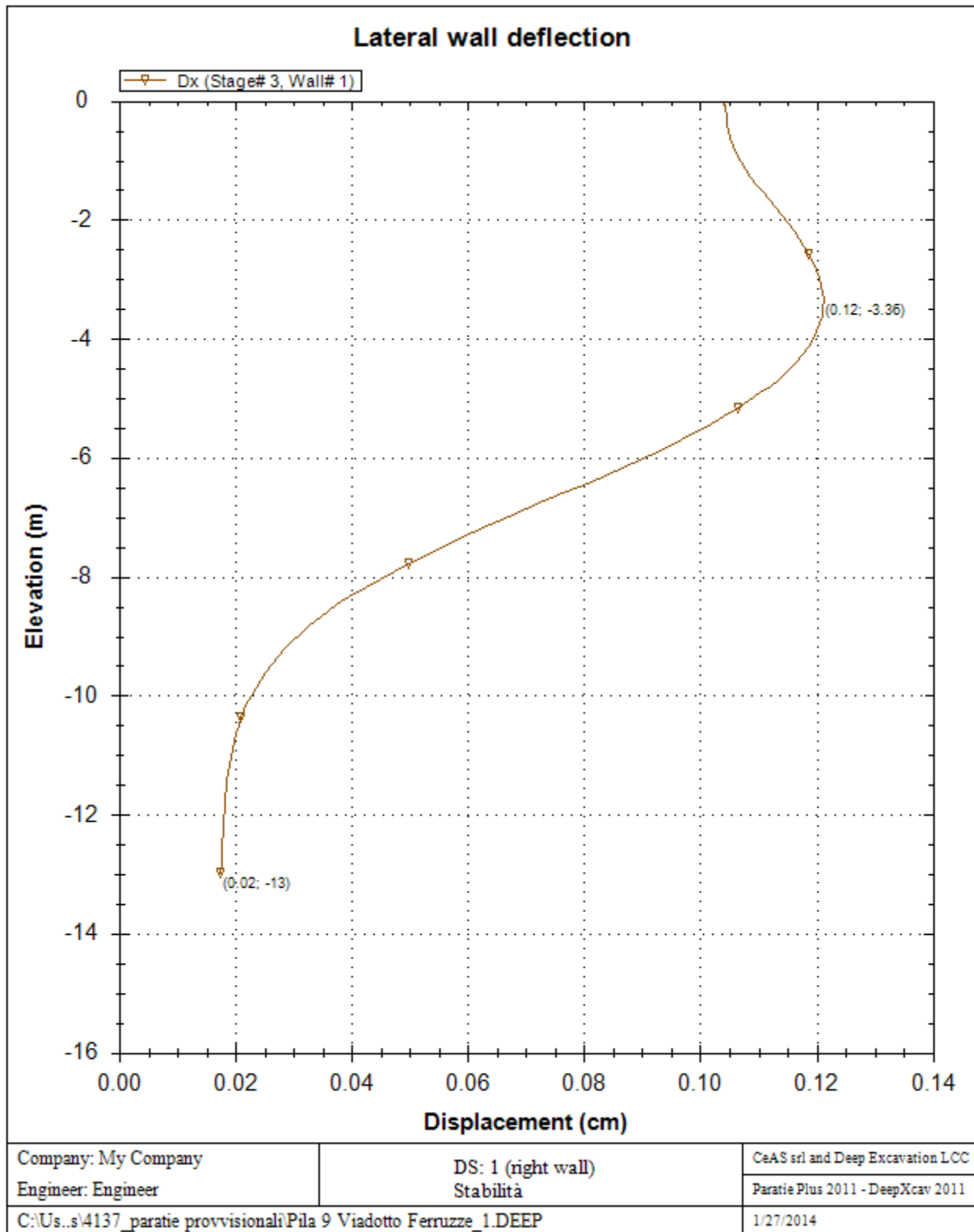


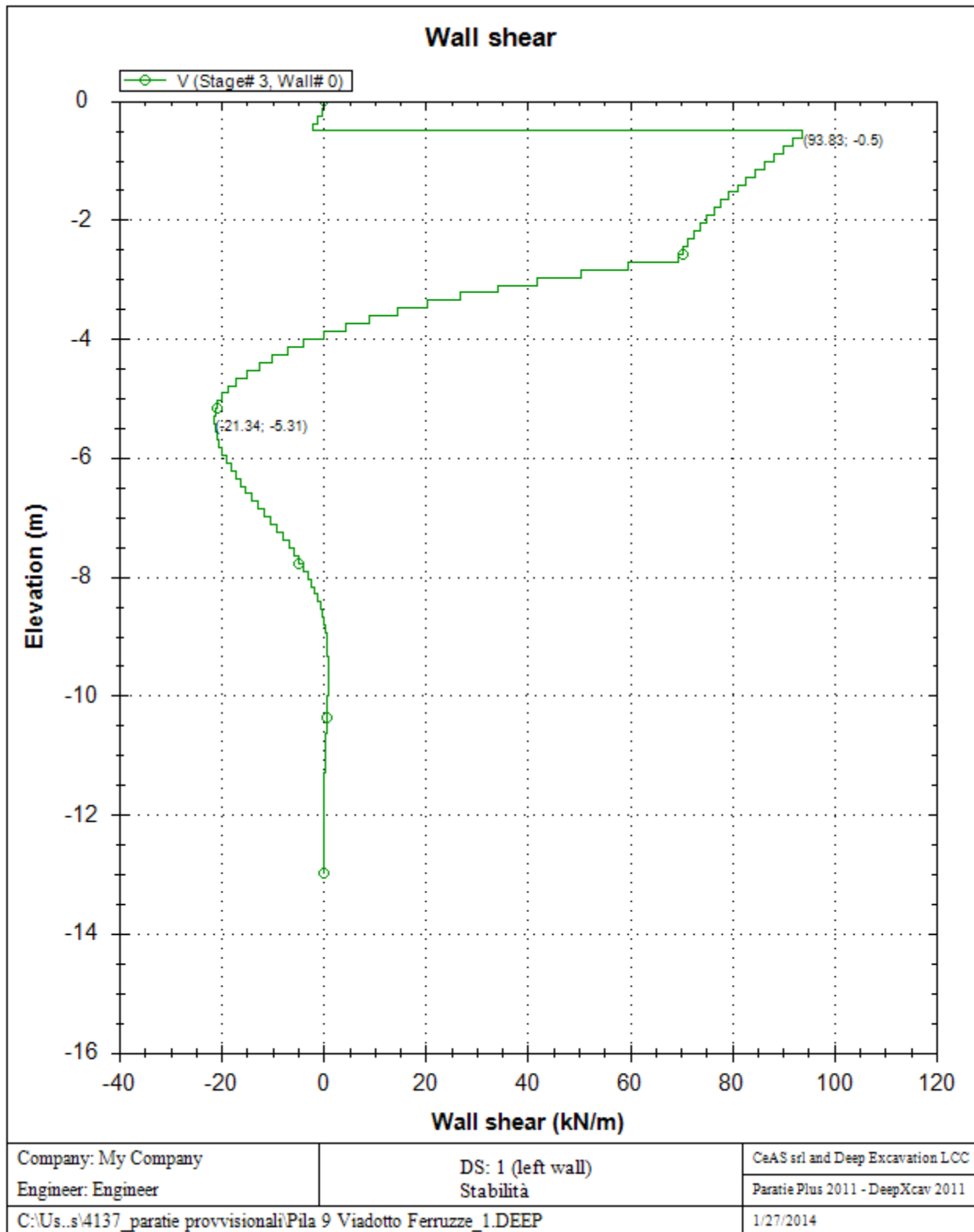


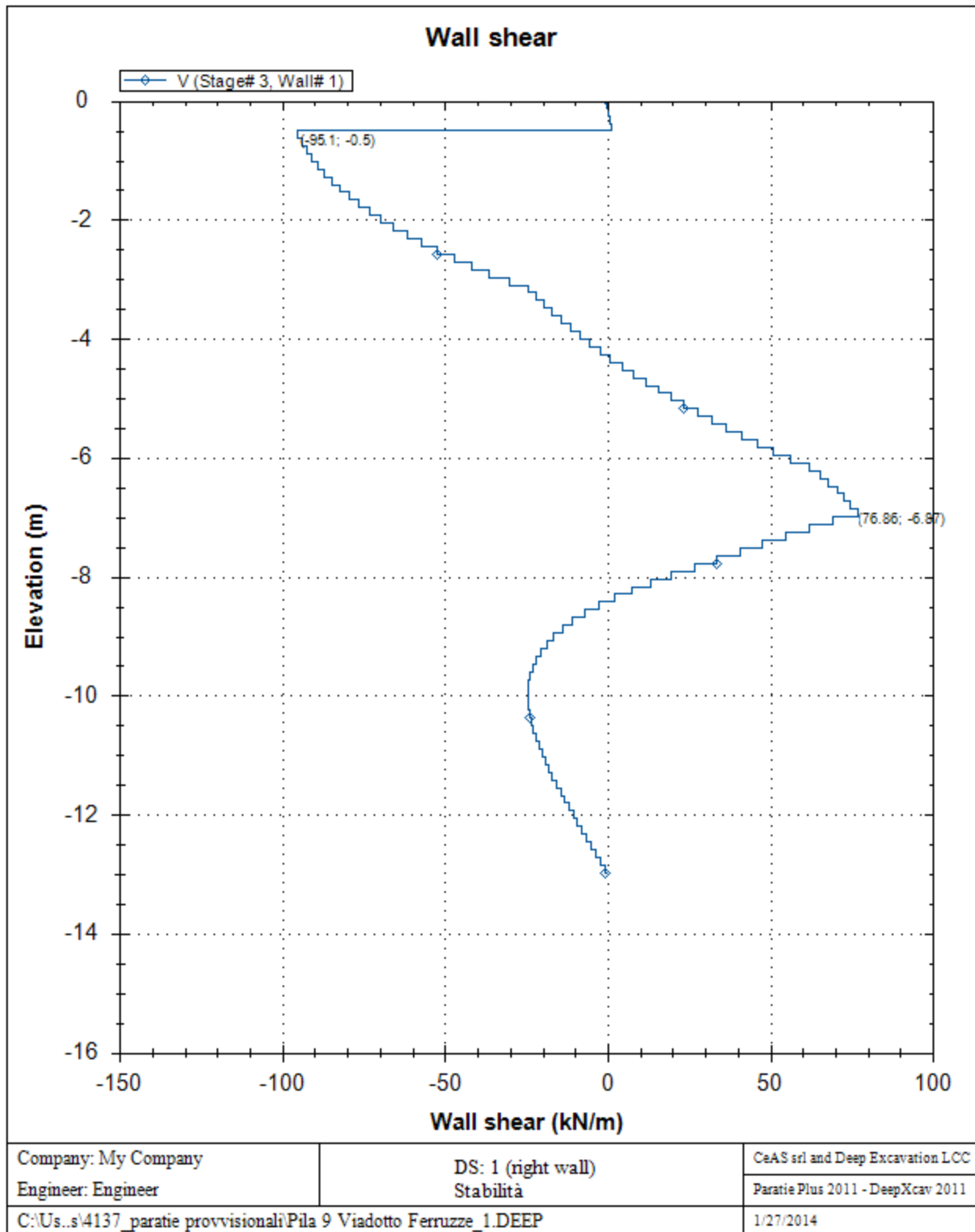








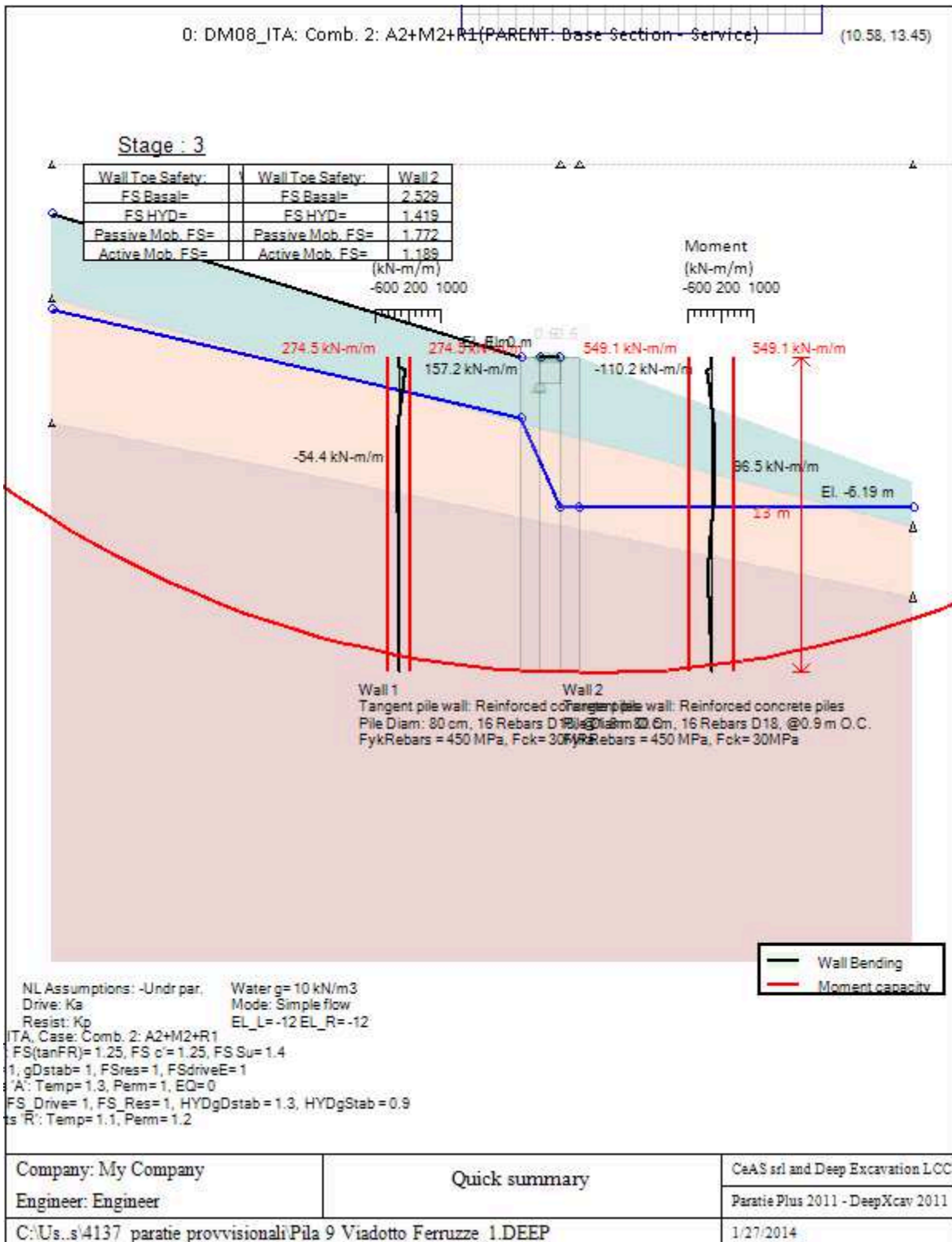




Project: My Project

***Results for Design Section 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2:
A2+M2+R1***

ANALYSIS AND CHECKING SUMMARY



Summary of Wall Moments and Toe Requirements

| Top Wall | Wall | L-Wall | H-Exc. | Max+M/Cap | Max-M/Cap | FS Toe | FS Toe | FS Toe | FS 1 Toe EL. | Slope |
|----------|---------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|----------|
| (m) | Section | (m) | (m) | (kN-m/m) | (kN-m/m) | Pas. mob. | Rotation | Embedment | (m) | Stab. FS |

| | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|----|------|---------------|---------------|-------|-----|-----|-------|-------|
| 0 | Paratia Pali D800 s=1.80m | 13 | 0 | 157.22/274.55 | 54.44/274.55 | 1.772 | N/A | N/A | 0 | 1.156 |
| 0 | Paratia Pali D800 s=0.90m | 13 | 6.19 | 96.47/549.09 | 110.22/549.09 | 1.772 | N/A | N/A | -6.19 | - |

Summary of Basal Stability and Predicted Wall Movements According to Clough 1989 Method Wall: Wall

1

| 1. FSmin | 2. DxMax (cm) | 2. Stiffness | 2. FSbasal | 3. Dx/H (%) | 3. Stiffness | 3. FSbasal |
|-----------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|
| @ stage 0 | @ stage | @ DxMax | @ DxMax | @ stage | @ Dx/H max | @ Dx/H max |
| 1000 | N/C | N/C | N/C | N/C | N/C | N/C |

Summary of Basal Stability and Predicted Wall Movements According to Clough 1989 Method Wall: Wall

2

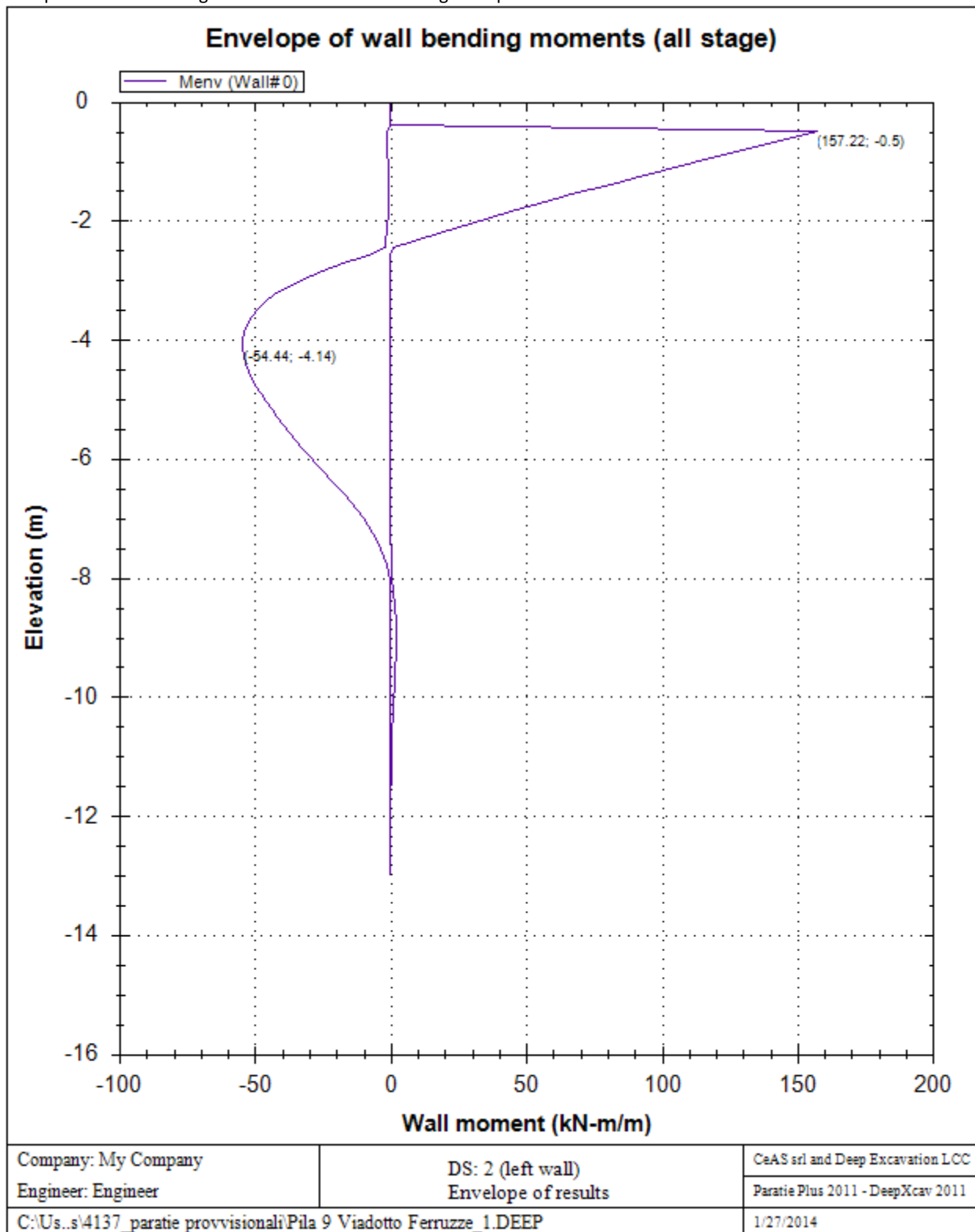
| 1. FSmin | 2. DxMax (cm) | 2. Stiffness | 2. FSbasal | 3. Dx/H (%) | 3. Stiffness | 3. FSbasal |
|-----------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|
| @ stage 2 | @ stage 3 | @ DxMax | @ DxMax | @ stage 3 | @ Dx/H max | @ Dx/H max |
| 2.529 | 6.85 | 70 | 1.156 | 1.107 | 69.982 | 1.156 |

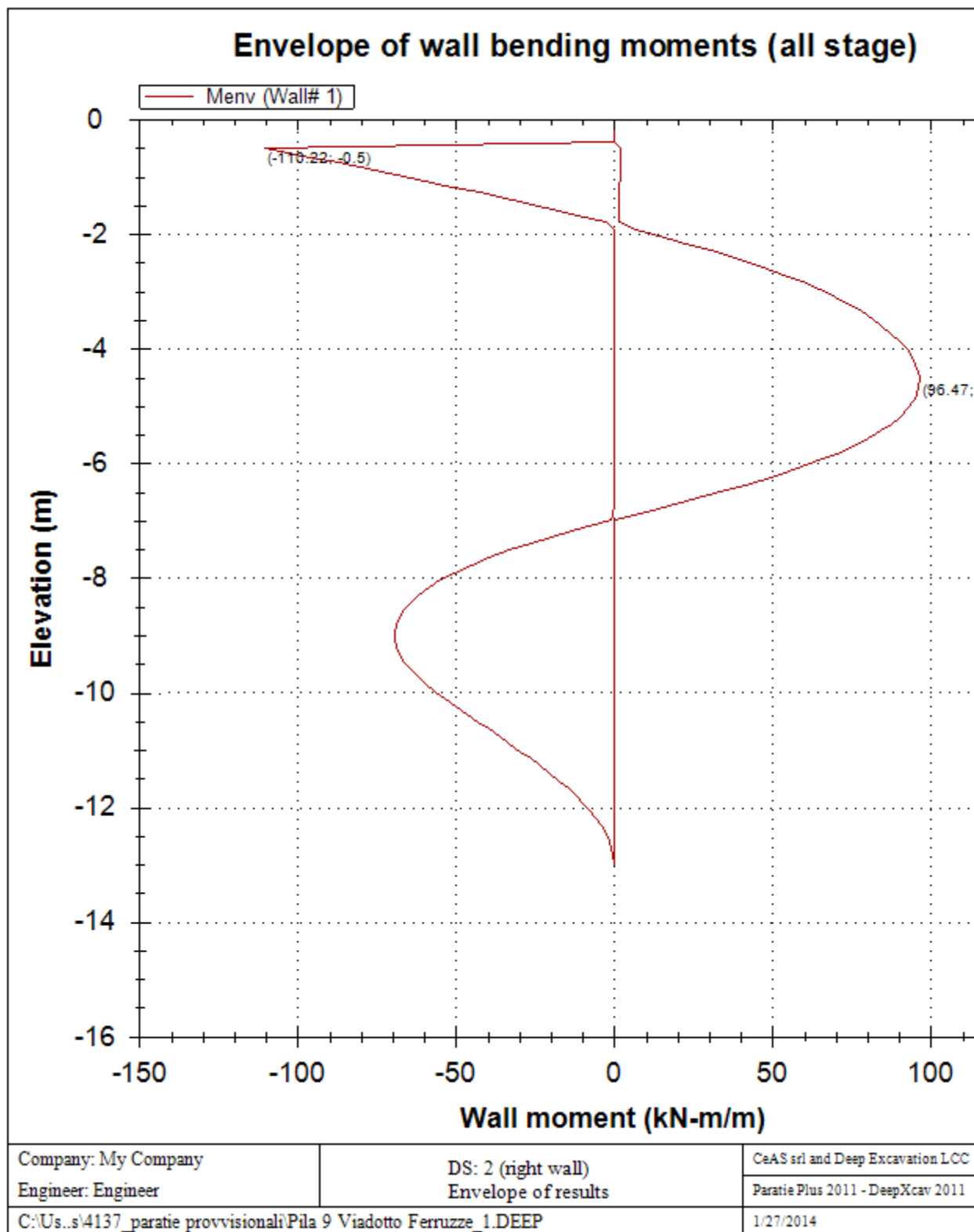
| Support | Elev. Z | X | Supports | Angle | Space H | Free L |
|---------|---------|------|------------|--------|---------|--------|
| Number | (m) | (m) | Wall # | (deg.) | (m) | (m) |
| 0 | -0.5 | -0.8 | Both walls | -180 | 1 | 0.8 |

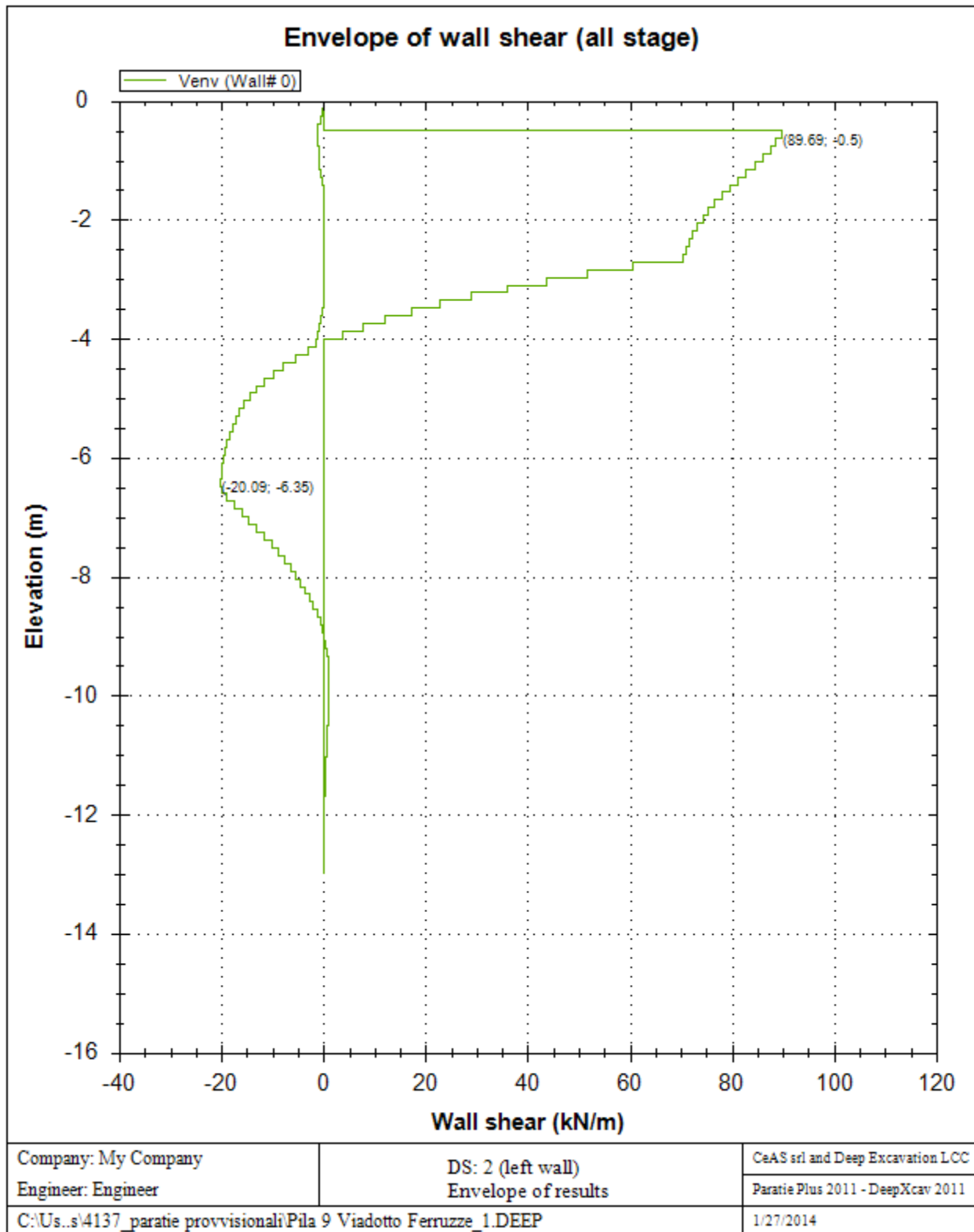
| Support | R.Max | R.Min | R.Max | R.Min | STR |
|---------|-------|-------|--------|--------|------|
| Number | (kN) | (kN) | (kN/m) | (kN/m) | |
| 0 | 0.72 | -91.6 | 0.72 | -91.6 | 0.21 |

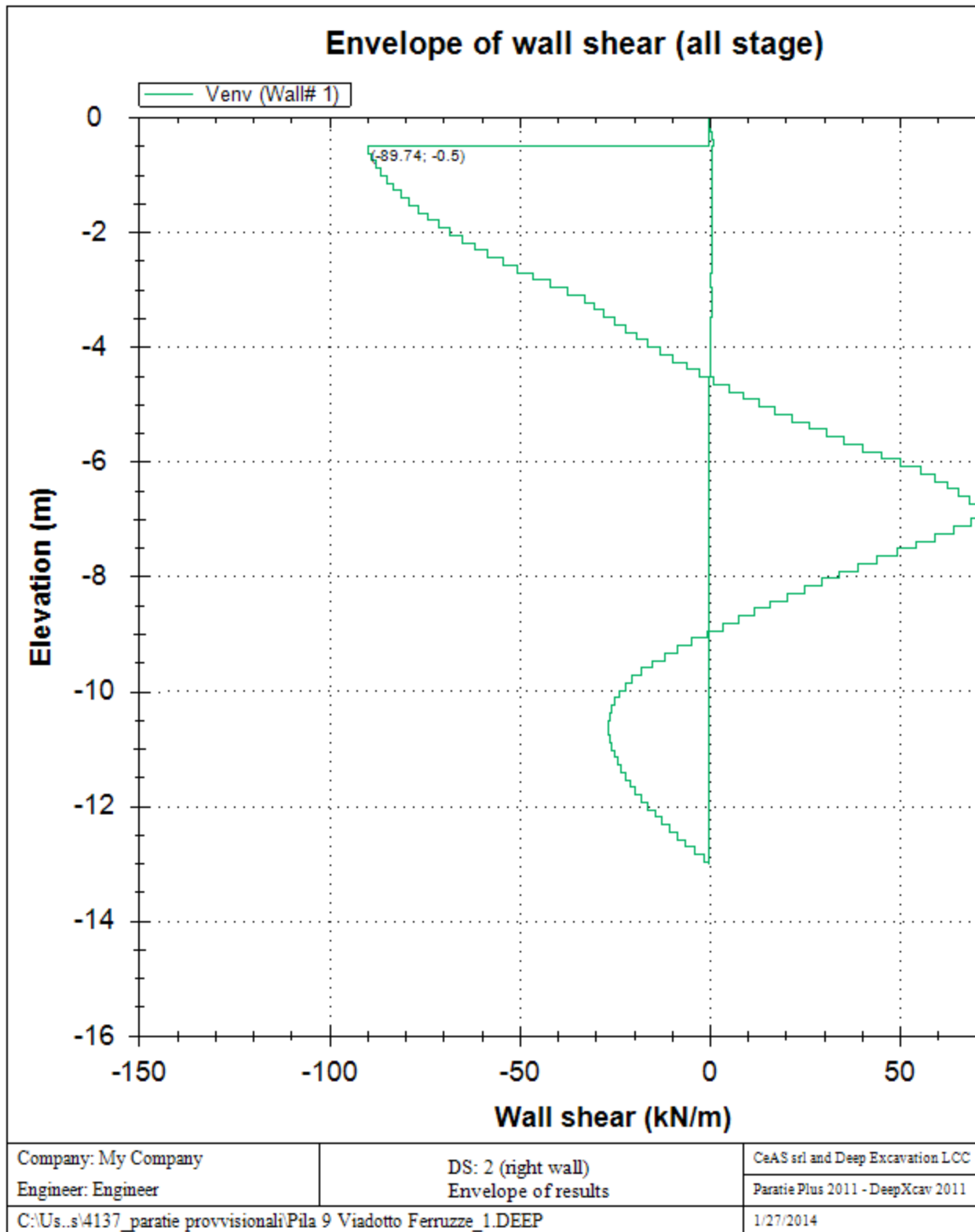
Envelope of results

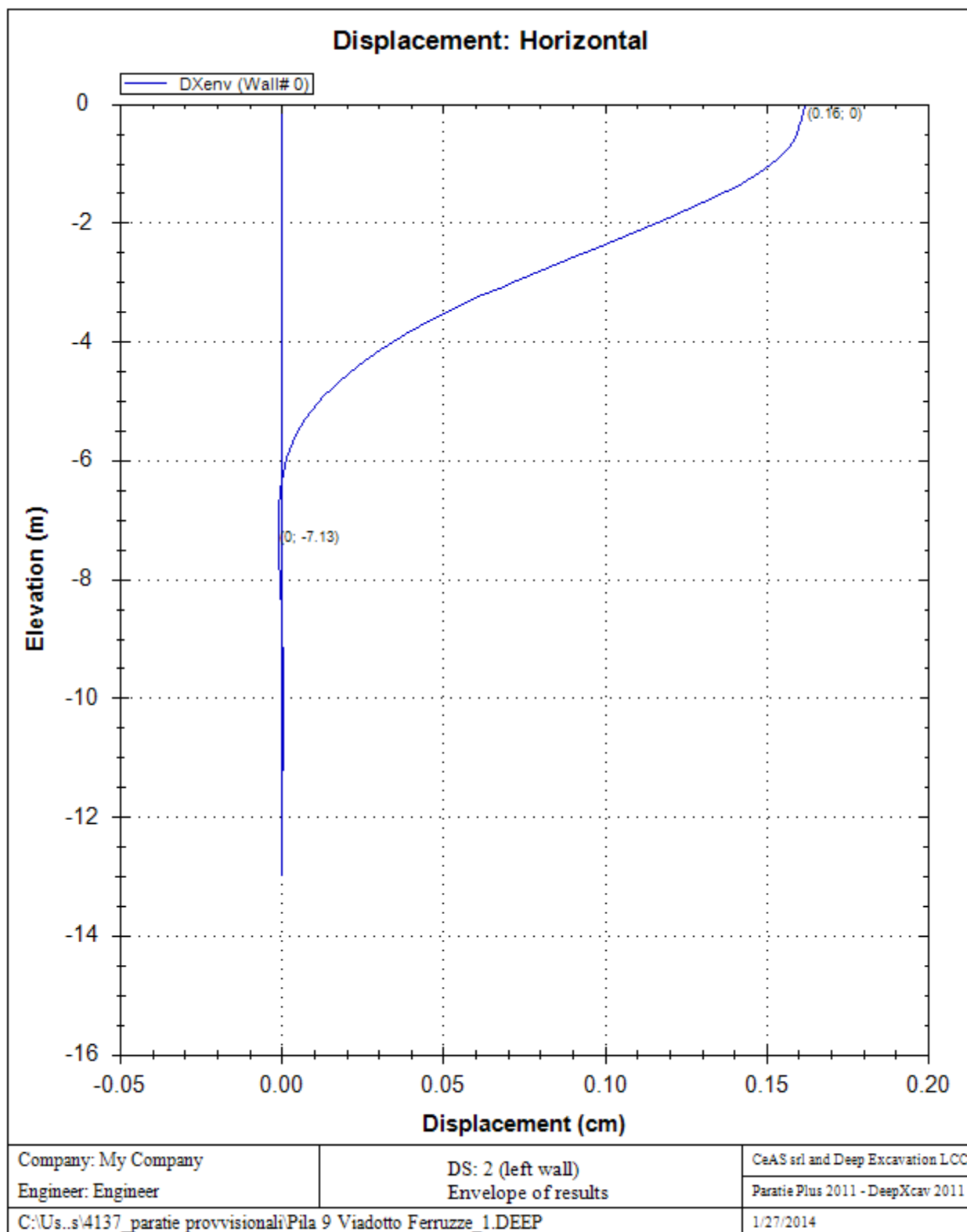
A sequence of result diagrams for each excavation stage is reported

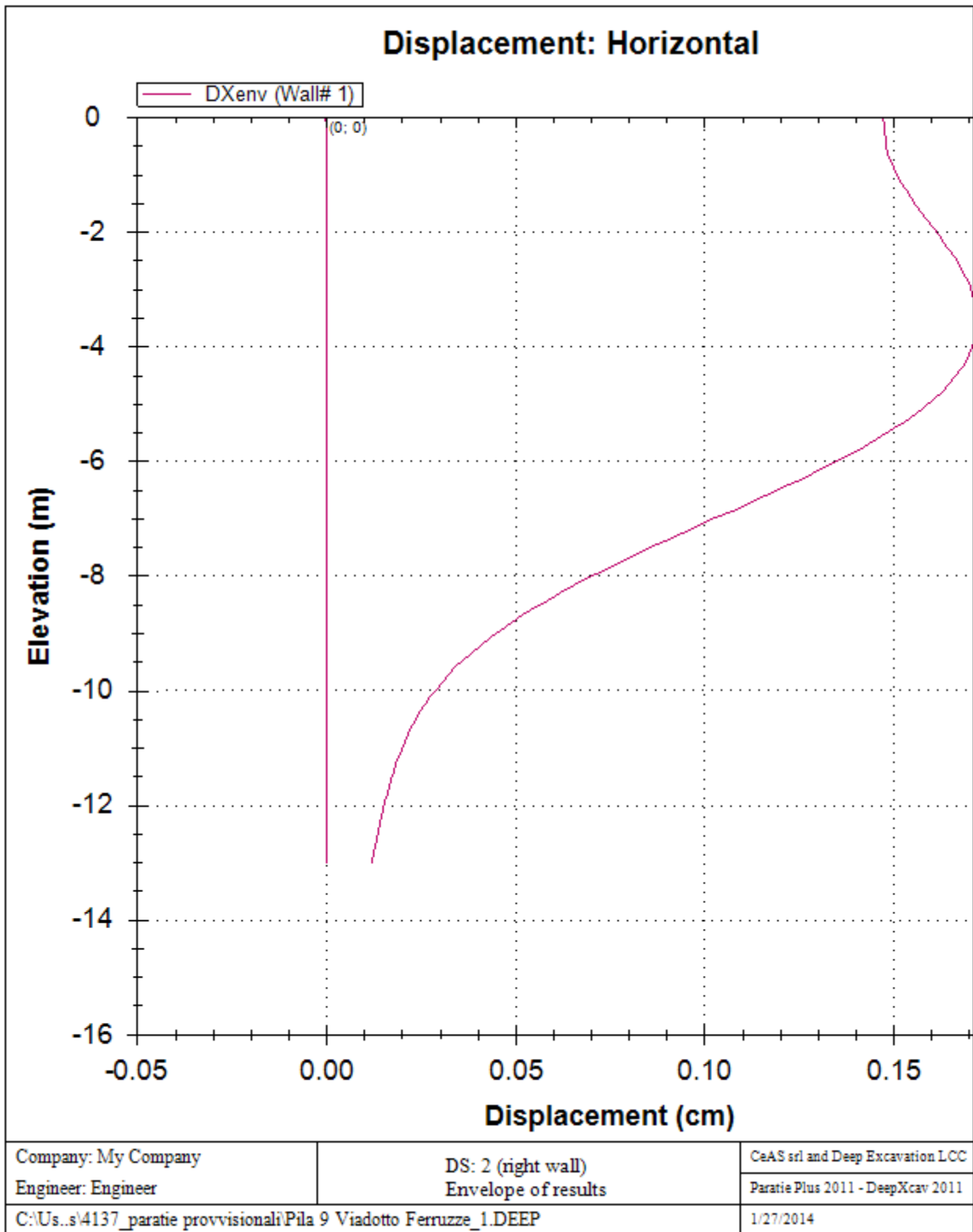












Extended vs Stage

| | | | | | |
|--|--------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|
| | Calculation Result | Wall Displacement | Settlement | Wall Moment | Wall Moment |
|--|--------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|

| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
|-----------|------------|------|------|----------|--------|
| Fase 0 | Calculated | 0.01 | N/A | 4.75 | 8.55 |
| Fase 1 | Calculated | 0.01 | N/A | 4.63 | 8.33 |
| Fase 2 | Calculated | 0.17 | 0.52 | 157.22 | 283 |
| Stabilità | Calculated | 0.17 | 0.52 | 157.22 | 283 |

| | Wall Shear | Wall Shear | STR Combined | STR Moment | STR Shear | Wall Concrete Service |
|-----------|------------|------------|--------------|------------|------------|-----------------------|
| | (kN/m) | (kN) | Wall Ratio | Wall Ratio | Wall Ratio | Stress Ratio FIC |
| Fase 0 | 4.87 | 8.77 | 0.017 | 0.017 | 0.035 | N/A |
| Fase 1 | 4.31 | 7.75 | 0.017 | 0.017 | 0.031 | N/A |
| Fase 2 | 89.74 | 161.44 | 0.573 | 0.573 | 0.636 | N/A |
| Stabilità | 89.74 | 161.44 | 0.573 | 0.573 | 0.636 | N/A |

| | Wall Reinforcement Service | Max Support | Max Support | Critical | STR Support | Support Geotech |
|-----------|----------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|
| | Stress Ratio FIS | Reaction (kN/m) | Reaction (kN) | Support Check | Ratio | Capacity Ratio (pull out) |
| Fase 0 | N/A | 0 | 0 | 0 | N/A | N/A |
| Fase 1 | N/A | 0.72 | 0.72 | 0.01 | 0.01 | N/A |
| Fase 2 | N/A | 91.6 | 91.6 | 0.213 | 0.213 | N/A |
| Stabilità | N/A | 91.6 | 91.6 | 0.213 | 0.213 | N/A |

| | FS | Toe FS | Toe FS | Toe FS | Zcut | FS Mobilized | FS |
|-----------|-------|---------|----------|--------|-----------|--------------|-------------|
| | Basal | Passive | Rotation | Length | (Paratie) | Passive | True/Active |
| Fase 0 | 1000 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.016 | 1.251 |
| Fase 1 | 1000 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.016 | 1.251 |
| Fase 2 | 2.529 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.772 | 1.189 |
| Stabilità | 2.529 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.772 | 1.189 |

| | Hydraulic | Qflow | FSslope |
|--------|-----------|---------|---------|
| | Heave FS | (m3/hr) | |
| Fase 0 | 1.722 | N/A | N/C |
| Fase 1 | 1.722 | N/A | N/C |
| Fase 2 | 1.419 | N/A | N/C |

| | | | |
|-----------|-------|-----|-------|
| Stabilità | 1.419 | N/A | 1.156 |
|-----------|-------|-----|-------|

Support Force/S vs Stage

| | |
|---------|---------------------------------------|
| | Support No.0 Reaction (EL= -0.5) kN/m |
| Stage 0 | 0 |
| Stage 1 | 0.721 |
| Stage 2 | -91.595 |
| Stage 3 | -91.595 |

Support Force vs Stage

| | |
|--|--|
| | Support No.0 Reaction (EL= -0.5) kN at 1 m |
|--|--|

| | |
|---------|---------|
| | |
| Stage 0 | 0 |
| Stage 1 | 0.721 |
| Stage 2 | -91.595 |
| Stage 3 | -91.595 |

Embedment FS vs Stage

| | Min Toe FS | FS1 Passive | FS2 Rotation | FS3 Length (from FS1, FS2) | FS4 Mobilized Passive | FS5 Actual Drive Thrust / Theory Active |
|---------|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.837 | 1.251 |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.839 | 1.251 |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.839 | 1.227 |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.839 | 1.227 |

Support Check vs Stage

| | |
|---------|-------------------------------------|
| | Stress-check Support No.0(EL= -0.5) |
| Stage 0 | 0 |
| Stage 1 | 0.01 |
| Stage 2 | 0.213 |
| Stage 3 | 0.213 |

Forces (Res. F, M/Drive F, M)

| | FS1 Passive (FxResist/FxDrive) | FS2 Rotation (Mresist/Mdrive) | FS3 Length (Embedment/ToeFS=1) | FS4 Mobilized Passive (FxPassive/FxPas_Mobilized) | FS5 Actual Drive / Theory Active | Fh EQ Soil | Fh EQ Water |
|---------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|------------|-------------|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | 4438.08/1156.716 | 1139.058/910.818 | N/A | N/A |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | 4438.08/1156.05 | 1139.67/910.818 | N/A | N/A |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | 5597.1/1458.144 | 1135.728/925.38 | N/A | N/A |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | 5597.1/1458.144 | 1135.728/925.38 | N/A | N/A |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|----|--|--|
| | | | | | 38 | | |
|--|--|--|--|--|----|--|--|

Used Soil Strength Parameters for Each Stage on Driving Side (Uphill)

| | Layer | Drained/Undrain ed | Method Description | Used Wall Delta (deg) | Used Soil Friction (deg) | Used c' (kPa) | Used Su (kPa) | Used KaH | Used KpH |
|-----------------|-------|-----------------------|---|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| 0: Fase 0 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [1.931] = 1.931 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.956 | 1.931 |
| 1: Fase 1 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [1.931] = 1.931 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.956 | 1.931 |
| 2: Fase 2 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [1.931] = 1.931 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.956 | 1.931 |
| 3: Stabilità | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 17.569)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [1.931] = 1.931 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.956 | 1.931 |

Used Soil Strength Parameters for Each Stage on Resisting Side (Downhill)

| | Layer | Drained/Undrain ed | Method Description | Used Wall Delta (deg) | Used Soil Friction (deg) | Used c' (kPa) | Used Su (kPa) | Used KaH | Used KpH |
|-----------|-------|-----------------------|---|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| 0: Fase 0 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.653 = 0.653 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.653 | 1.53 |
| 1: Fase 1 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.653 = 0.653 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.653 | 1.53 |
| 2: Fase 2 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.653 = 0.653 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.653 | 1.53 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|---------|---|---|--------|---|---|-------|------|
| 3: Stabilità | LSA C | Drained | * $K_{aUH} = F_{S_DriveEarth} \times$ [Rankine_Kah(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 0)] = $1 \times 0.653 =$ 0.653 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.653 | 1.53 |
|-----------------|-------|---------|---|---|--------|---|---|-------|------|

Reinforcement Requirements

| | Parameter Description |
|--|-------------------------------|
| Note: | Wall uses reinforced concrete |
| Shear reinforcement examined | Examined. |
| Shear Reinforcement Spacing Check | OK: Code req. satisfied |
| Provided shear reinforcement spacing (cm) | 20 |
| Max. shear reinforcement spacing (code) (cm) | 33.333 |
| Min. shear reinforcement spacing (code) (cm) | 4.8 |

| | |
|--|-------------------------------|
| | |
| Min code shear Reinforcement area (cm ² /m) | 0 |
| Provided shear Reinforcement area (cm ² /m) | 11.31 |
| Min shear reinforcement check. | OK: Min code shear reinf. met |
| Meets Min. Shear Reinforcement Size | OK: Meets min size req. |
| Provided/Min. shear Reinf. Size (cm) | 1.2/0 |

DESIGN APPROACHES AND COMBINATION FACTORS

The Design Approaches (from Codes or Customized by the user) and related safety factors are the following:

$F_{tan\ fr}$ =mult factor for friction angle

$F_{C'}$ = safety factor on effective cohesion (Eurocode 7 methods)

$F_{Su'}$ = safety factor for undrained shear strength (Eurocode 7 methods)

F_{EQ} = Load factor for seismic loads

$F_{perm\ load}$ = Load factor for permanent loads (dead load, etc)

$F_{temp\ load}$ = Load factor on live loads and other temporary loads

$F_{perm\ supp}$ = Reduction factor for resistance for pull out checking of permanent tiebacks

$F_{temp\ supp}$ = Reduction factor for resistance for pull out checking of temporary tiebacks

F earth Dstab= Load factor for driving earth pressures, unfavorable (on retained side)

F earth stab= Safety factor for passive pressures, favorable (on excavation side)

F GWT Dstab (ground water)= Load factor for driving water pressures, unfavorable

F GWT stab (ground water)= Load factor for resisting water pressure, favorable

F HYD Dstab= Load factor for hydraulic heave, unfavorable (hydraulic checking)

F HYD stab= Resistance factor for hydraulic heave, favorable (hydraulic checking)

F UPL Dstab= Load factor for uplift check, unfavorable

F UPL stab= Resistance factor for uplift check, favorable

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |

SOIL DATA

| Name | g tot | g dry | Frict | C' | Su | FRp | FRcv | Eload | Eur | kAp | kPp | kAcv | kPcv | Vary | Spring | Color |
|-------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|-------|
| | (kN/m3) | (kN/m3) | (deg) | (kPa) | (kPa) | (deg) | (deg) | (kPa) | (kPa) | NL | NL | NL | NL | | Model | |
| LSA C | 20 | 18 | 15 | 0 | N/A | N/A | N/A | 15000 | 24000 | 0.59 | 1.7 | N/A | N/A | True | Linear | |
| LSA | 20.5 | 18 | 26 | 5 | N/A | N/A | N/A | 100000 | 160000 | 0.39 | 2.56 | N/A | N/A | True | Linear | |
| AG | 20.5 | 18 | 26 | 20 | N/A | N/A | N/A | 190000 | 570000 | 0.53 | 2.56 | N/A | N/A | True | Linear | |

| Name | Poisson | Min Ka | Min sh | ko.NC | nOCR | aH.EXP | aV.EXP | qSkin | qNails | kS.nails | PL |
|-------|---------|---------|---------|-------|------|----------|----------|-------|--------|----------|-------|
| | v | (clays) | (clays) | - | - | (0 to 1) | (0 to 1) | (kPa) | (kPa) | (kN/m3) | (MPa) |
| LSA C | 0.32 | - | - | 0.741 | 0.5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |
| LSA | 0.32 | - | - | 0.562 | 0.5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |
| AG | 0.32 | - | - | 0.562 | 0.5 | - | - | 250 | 0 | 0 | - |

gtot = total soil specific weight

gdry = dry weight of the soil

Frict = friction angle

C' = effective cohesion

Su = Undrained shear strength (only for CLAY soils in undrained conditions, used as a cutoff strength in NL analysis)

Evc = Virgin compression elastic modulus

Eur = unloading/reloading elastic modulus

Kap = Peak active thrust coefficient (initial value, may be modified on each stage according to analysis settings).

Kpp = Peak passive thrust coefficient (initial value, may be modified on each stage according to analysis settings).

Kacv = Constant volume active thrust coeff (only for clays, initial value)

Kpcv = Constant volume passive thrust coeff (only for clays, initial value).

Spring models= spring model (LIN= constant E over the soil layer height , EXP=exponential , SIMC=simplified winkler)

LIN= Linear-Elastic-Perfectly Plastic,

EXP: Exponential, SUB: Modulus of Subgrade Reaction

SIMC= Simplified Clay mode

SOIL BORINGS

Top Elev= superior SOil level

Soil type= type of the soil (sand , clay , etc)

OCR= overconsolidation ratio

K0= at rest coefficient

Name: Boring 1, pos: (-15, -15)

| Top elev. | Soil type | OCR | Ko |
|-----------|-----------|-----|------|
| 8 | LSA C | 1 | 0.74 |

STRUCTURAL MATERIALS DATA

Steel

| Name | Strength Fy (MPa) | Fu (MPa) | Elastic E (MPa) | Density g (kN/m3) |
|-------------|----------------------|-------------|--------------------|----------------------|
| Fe360 | 235.2 | 360 | 206000.2 | 77.0046 |
| Fe510 | 355.2 | 509.7 | 206000.2 | 77.0046 |
| A36 | 248.3 | 400 | 200100 | 77.0046 |
| A50 | 344.8 | 500 | 200100 | 77.0046 |
| New steel 4 | 241.4 | 413.8 | 206000.2 | 77.0046 |

Concrete

| Name | Strength Fc' (MPa) | Elastic E (MPa) | Density g (kN/m3) | Tension Strength Ft (MPa) |
|---------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|
| C20/25 | 20 | 29961.9 | 25.0029 | 10 |
| C25/30 | 24.8 | 31475.7 | 25.0029 | 10 |
| Fc 3ksi | 20.7 | 21541.8 | 23.5728 | 10 |
| C28/35 | 28 | 29962 | 25 | 10 |
| C30/37 | 30 | 32836 | 25 | 10 |

Steel rebar

| Name | Strength Fy (MPa) | Elastic E (MPa) |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| Grade 60 | 413.8 | 200100 |
| Grade 75 | 517.2 | 200100 |
| Grade 80 | 551.7 | 200100 |
| Grade 150 | 1034.5 | 200100 |
| Strands 270 ksi | 1862.1 | 200100 |
| S410 | 409.7 | 210000.1 |
| S500 | 500 | 210000.1 |
| B450C | 450 | 210000 |
| Fe510 | 355.2 | 206000.2 |
| R76x6 Termic steel | 2180.2 | 200100 |
| Acciaio tiranti | 1670 | 210000 |

Wood

| Name | Ultimate Bending Srtength Fbu (MPa) | Ultimate Tensile Strength FtU (MPa) | Ultimate Shear Strength Fvu (MPa) | Density g (kN/m3) | Elastic E (MPa) |
|--------------|--|--|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| Construction | 11 | 9.7 | 5.5 | 7.8576 | 6900 |

| | | | | | |
|---------------|-----|-----|-----|--------|------|
| Timber | | | | | |
| Regular grade | 6.9 | 6.9 | 4.1 | 7.8576 | 5520 |

STEEL

Name=material name

fy=fyk= characteristic resistance for steel (for all the codes)

Fu=fuk= ultimate resistance for steel (for all the codes)

Elastic E= Elastic modulus

Density g= specific weight

CONCRETE

Name=material name

f'c=fck= cylindrical resistance for concrete (for all the codes)

Elastic E= Elastic modulus

Density g= specific weight

Tension strength=ft=fctk= characteristic tension resistance for concrete

STEEL REBARS

Name=material name

fy=fyk= characteristic resistance for steel (for all the codes)

Fu=fuk= ultimate resistance for steel (for all the codes)

Elastic E= Elastic modulus

Density g= specific weight

WOOD

Name=material name

Fb=fbk= Ultimate bending strength

Ftu=ftuk= Ultimate tensile strength

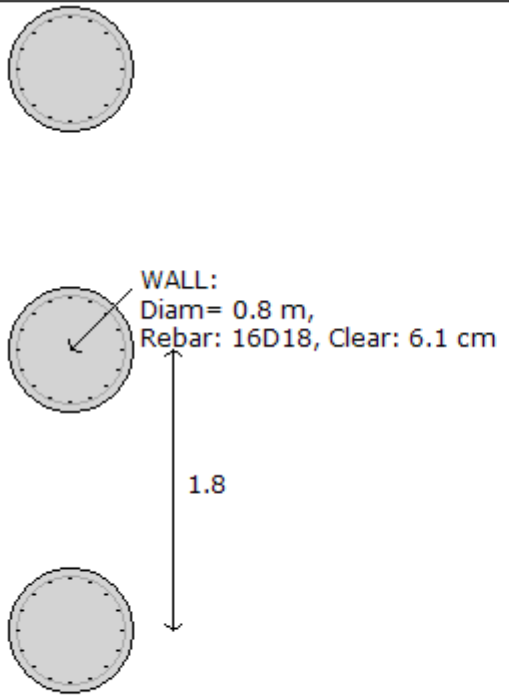
Fvu=fvuk= Ultimate shear strength

Density g= specific weight

Elastic E= Elastic modulus

WALL DATA

Wall section 0: Wall 1

| | | |
|---|-------------|-----------------------------------|
|  | | |
| Company: My Company | Wall sketch | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

Wall uses wall section 0: Paratia Pali D800 s=1.80m

Wall type: Tangent pile wall: Reinforced concrete piles

Top wall El: 0 m Bottom wall El: -13 m

Hor. wall spacing: 1.8 Wall thickness = 0.8

Passive width below exc: 1.8 Active width below exc: 1.8 Swater= 1.8

Concrete $f_c' = 30$ Rebar $F_y = 450$ Econc = 32836 Concrete tension $F_{cT} = 10\%$ of F_c'

Wall friction: Ignored

Steel wall capacities are calculated with NTC 2008

Concrete capacities are calculated with NTC 2008

Note: With ultimate capacities you may have to use a structural safety factor.

Tangent pile wall soldier pile properties

Concrete section type:

Section dimensions

$D = 80$ cm, $A = 5026.54824574367$ cm², $I_{xx} = 2010619.29829747$ cm⁴

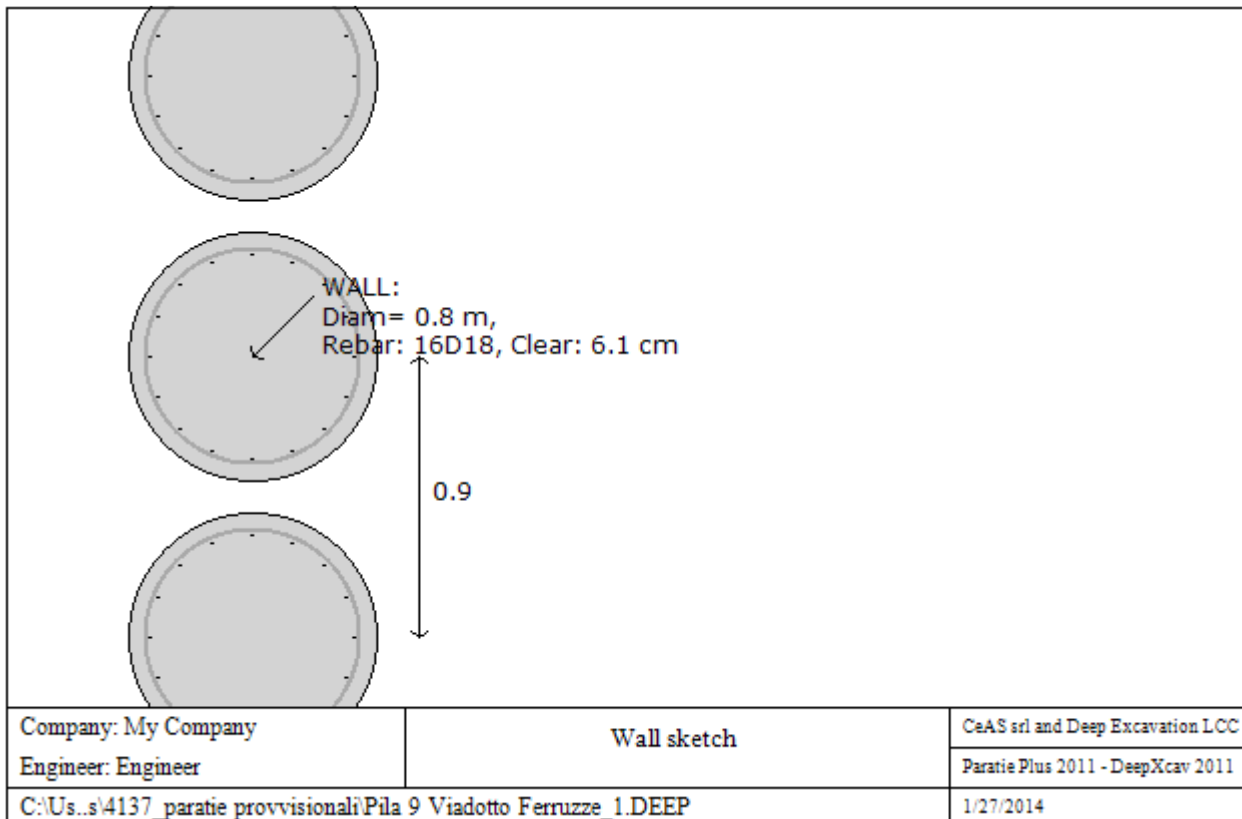
Longitudinal reinforcement

Top rebars: $N = 16$ bars $D18 = A_{sTop} 40.72$ cm², $C_{top} = 7$ cm

Shear reinforcements

Bar $D12 = A_s 1.131$ cm², $s_V = 20$ cm

Wall section 1: Wall 2



Wall uses wall section 1: Paratia Pali D800 s=0.90m

Wall type: Tangent pile wall: Reinforced concrete piles

Top wall El: 0 m Bottom wall El: -13 m

Hor. wall spacing: 0.9 Wall thickness = 0.8

Passive width below exc: 0.9 Active width below exc: 0.9 Swater= 0.9

Concrete $f'c = 30$ Rebar $Fy = 450$ Econc = 32836 Concrete tension $FcT = 10\%$ of Fc'

Wall friction: Ignored

Steel wall capacities are calculated with NTC 2008

Concrete capacities are calculated with NTC 2008

Note: With ultimate capacities you may have to use a structural safety factor.

Tangent pile wall soldier pile properties

Concrete section type:

Section dimensions

$D = 80$ cm, $A = 5026.54824574367$ cm², $I_{xx} = 2010619.29829747$ cm⁴

Longitudinal reinforcement

Top rebars: $N = 16$ bars $D18 = As_{Top} 40.72$ cm², $C_{top} = 7$ cm

Shear reinforcements

Bar $D12 = As 1.131$ cm², $sV = 20$ cm

GENERAL WALL DATA

Hor wall spacing= Wall horizontal spacing

Passive width below exc= spacing for passive thrust pressure for classic analysis

$f'c=fck$ = cylindrical concrete resistance

$f_yk=f_y$ = steel rebar characteristic resistance

Econc= Concrete Elastic modulus

f_{ctk} = characteristic Concrete tension

Esteel= steel elastic modulus

TABULAR DATA (principal parameters)

1) Diaphragm wall (rectangular cross section)

N/A= data not available

$F_y=f_yk$

$F'c=fck$

D=wall height

B=wall width

2)Steel sheet pile

DES=shape (Z or U)

W=width per unit of length

A=area

h=height

t=horizontal part thickness

b=width of the single sheet pile part

s=inclined part thickness

Ixx=strong axis inertia (per unit of length)

Sxx=strong axis section modulus (per unit of length)

3)Secant piles wall, Tangent piles wall, soldier piles, soldier piles and timber lagging

W=weight per unit of length

A=area

D=diameter

tw=web thickness

tp= pipe thickness

bf=flange width

tf= flange thickness

k= flange thickness+stem base height

Ixx= strong axis inertia modulus (per unit of length)

Sxx= strong axis section modulus (per unit of length)

rx=radius of gyration about X axis

ry=radius of gyration about Y axis

Iyy=weak axis inertia modulus (per unit of length)

Syy=weak axis section modulus (per unit of length)

rT=radius of gyration for torsion

Cw= warping constant

SUPPORTS PROPERTIES

Support 0: type = slab

X = -0.8 m, Z = -0.5 m, S = 1 m

L = 0.8 m

Walls: Wall 1-Wall 2, Moment connect at walls (NL analysis only: 0% pin, 100% fixed)= 100

| Stage No | Active | Prestress | Slab live load | User add. strain | Is base slab |
|----------|--------|-----------|----------------|------------------|--------------|
| | Yes/No | (kN) | (kPa) | +expansion | Yes/No |
| 0 | No | - | 0.6 | 0 | No |
| 1 | Yes | - | 0.6 | 0 | No |
| 2 | Yes | - | 0.6 | 0 | No |
| 3 | Yes | - | 0.6 | 0 | No |

Support type

LEGEND for Supports

General data

Z=support level

S=horizontal distance between each support

Lfree= free length

Lfix= rigid body length for tiebacks

Rfix=% effective part of the rigid body length for tiebacks

Stage No= Excavation stage number

Active= Support status (YES=active)

Post stress= Preload force (on each support, + tension for tiebacks, - compression for struts)

GENERAL ANALYSIS CRITERIA

Summary of stage assumptions: Left Wall

| Name | Analysis | Drive | ka-Mult | Htr T/B | Resist | Res | Contle | Support | Axial | Used | Min Toe | Toe | Toe |
|---------|------------|-------|---------|------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|------------|-------|-------|
| | Method | Press | | (%) | Press | Mult | Method | Model | Incl | FSwall | FDtoe | FSrot | FSpas |
| Stage 0 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 1 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 2 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 3 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |

Name=excavation stage name

Analysis method

springs = Elastoplastic spring analysis used

DR = Drained condition for CLAY model

U = Undrained condition for CLAY model for all the soils

Up = Undrained condition just for selected soil

Limit equilibrium analysis settings

Drive press:

Ka (Active pressure diagram), Ka-Trap = Trapezoid apparent diagram from active pressures x multiplier, FHWA= Federal Highway Administration apparent pressure diagrams.

Ko = At-rest lateral earth pressures.

Peck = Peck 1969 Apparent earth pressure diagrams.

2 Step rect = Two step rectangular apparent earth pressure diagram.

User def. = User defined apparent earth pressure diagram.

Ka+d (and so on) indicates that wall friction is applied

ka mult = multiplication factor for Ka when Ka-Trap is selected

Htr T/B (%) = trapezoidal pressure scheme, top and bottom triangular percentage of excavation depth H

Resit press = Kp (passive earth pressures)

Res Mult = Safety factor applied directly on resisting pressures (

CONtle Method = cantilever analysis method for limit equilibrium analysis.

Support Model: Method for calculating support reactions in limit-equilibrium analysis.

Beam= support reactions beam analysis (uses Blum's method).

Trib= support reactions from tributary height calculations (Can be applied with apparent diagrams).

Axial Incl = Axial loads included for structural design

Used FS wall = Safety factor for axial+bending wall resistance to divide ultimate wall capacities.

Min FD Toe= embedded minimum safety factor (for limit equilibrium analysis)

Toe FS rot= rotation safety factor (classic for limit equilibrium analysis)

Toe FSpas= driving/resisting pressure safety factor (for limit equilibrium analysis)

Summary of stage assumptions: Right Wall

| Name | Analysis | Drive | ka-Mult | Htr T/B | Resist | Res | Contle | Support | Axial | Used | Min Toe | Toe | Toe |
|---------|------------|-------|---------|------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|------------|-------|-------|
| | Method | Press | | (%) | Press | Mult | Method | Model | Incl | FSwall | FDtoe | FSrot | FSpas |
| Stage 0 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 1 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 2 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 3 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |

Name=excavation stage name

Analysis method

springs = Elastoplastic spring analysis used

DR = Drained condition for CLAY model

U = Undrained condition for CLAY model for all the soils

Up = Undrained condition just for selected soil

Limit equilibrium analysis settings

Drive press:

Ka (Active pressure diagram), Ka-Trap = Trapezoid apparent diagram from active pressures x multiplier, FHWA= Federal Highway Administration apparent pressure diagrams.

Ko = At-rest lateral earth pressures.

Peck = Peck 1969 Apparent earth pressure diagrams.

2 Step rect = Two step rectangular apparent earth pressure diagram.

User def. = User defined apparent earth pressure diagram.

Ka+d (and so on) indicates that wall friction is applied

ka mult = multiplication factor for Ka when Ka-Trap is selected

Htr T/B (%) = trapezoidal pressure scheme, top and bottom triangular percentage of excavation depth H

Resit press = Kp (passive earth pressures)

Res Mult = Safety factor applied directly on resisting pressures (

COntle Method = cantilever analysis method for limit equilibrium analysis.

Support Model: Method for calculating support reactions in limit-equilibrium analysis.

Beam= support reactions beam analysis (uses Blum's method).

Trib= support reactions from tributary height calculations (Can be applied with apparent diagrams).

Axial Incl = Axial loads included for structural design

Used FS wall = Safety factor for axial+bending wall resistance to divide ultimate wall capacities.

Min FD Toe= embedded minimum safety factor (for limit equilibrium analysis)

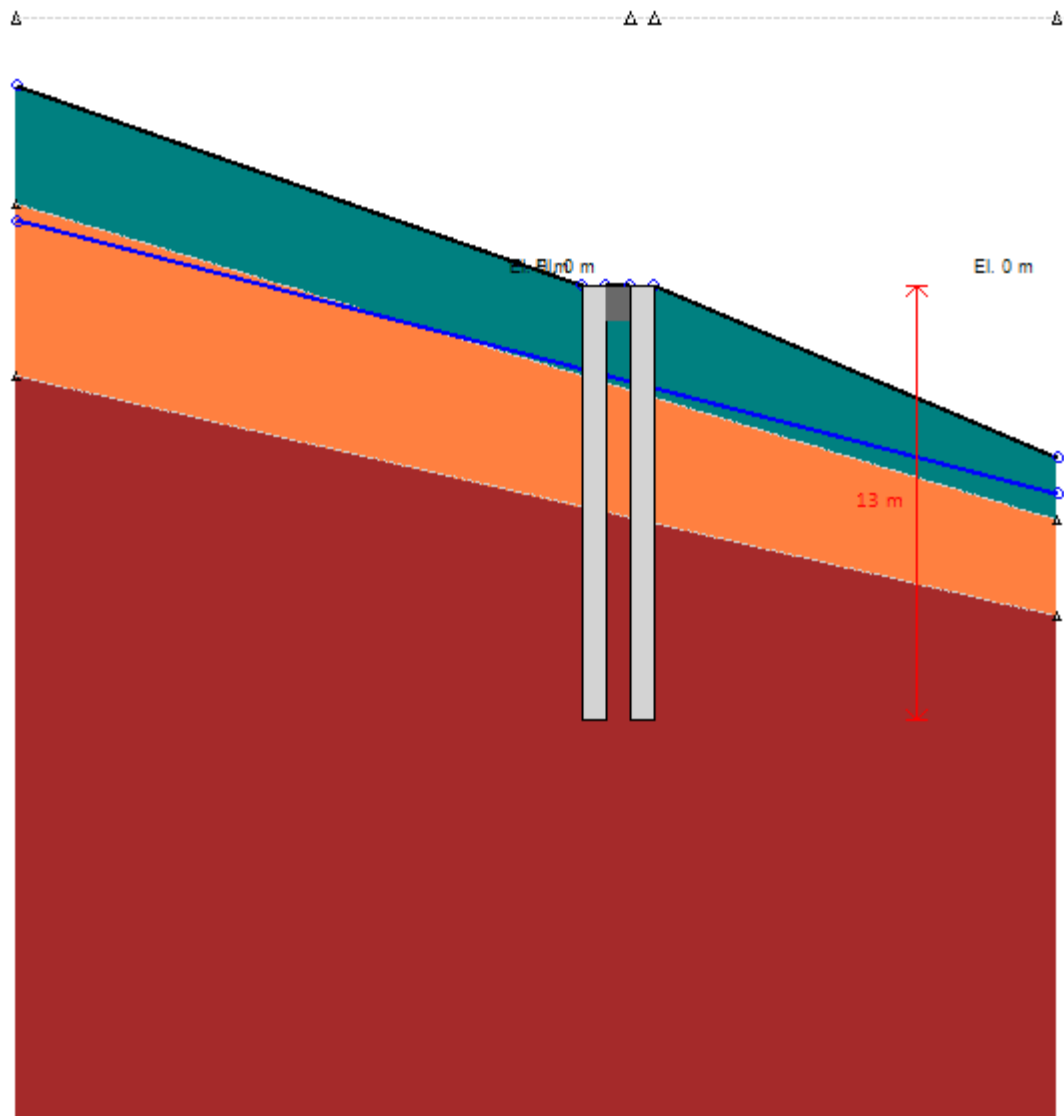
Toe FS rot= rotation safety factor (classic for limit equilibrium analysis)

Toe FSpas= driving/resisting pressure safety factor (for limit equilibrium analysis)

EXCAVATION STAGES SKETCHES

A sequence of figures for each excavation stage is reported

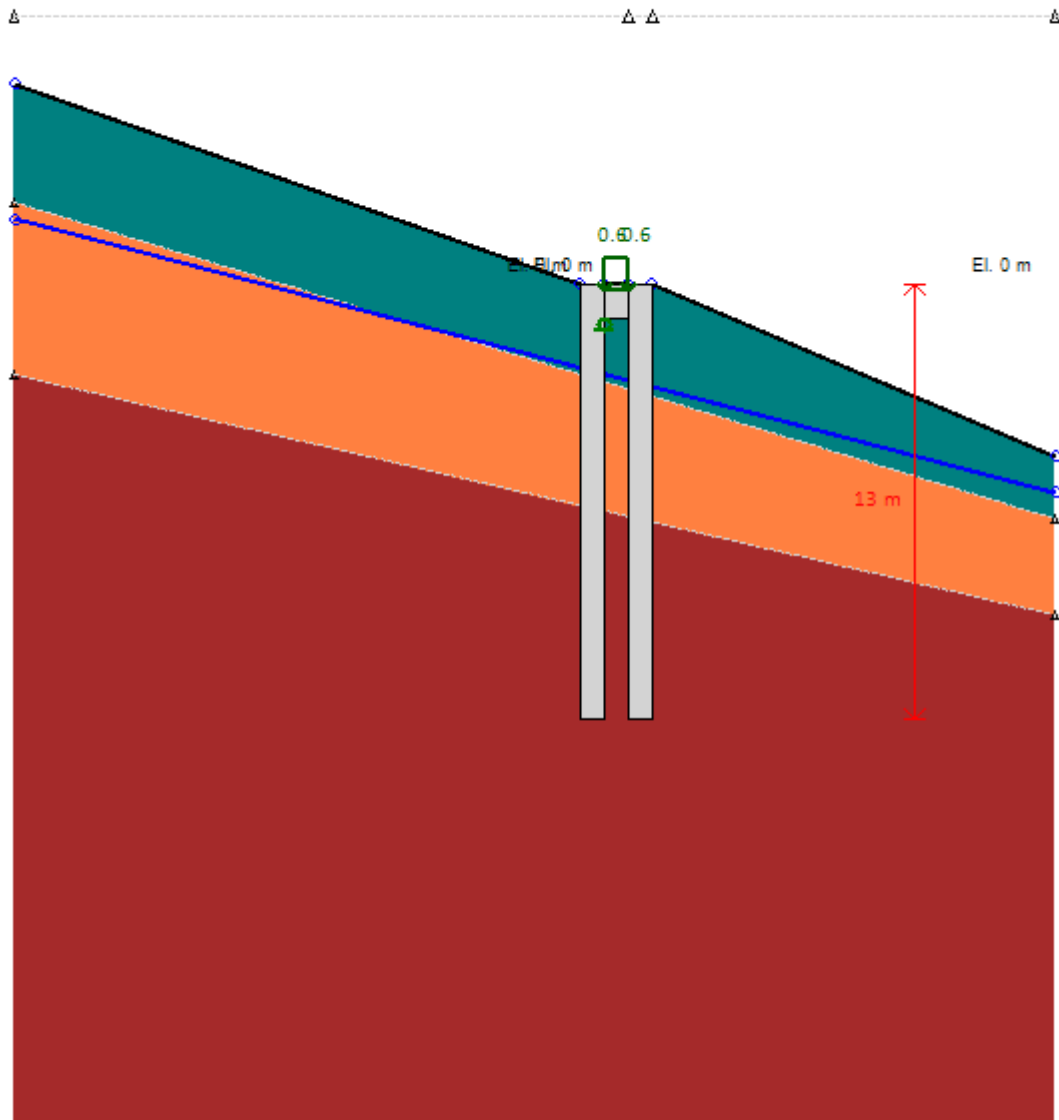
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)=1.25, FS c'=1.25, FS Su=1.4
 gStab=1, gDstab=1, FSres=1, FSdriveE=1
 Actions 'A': Temp=1.3, Perm=1, EQ=0
 Water: ES_Drive=1, ES_Res=1, HYDgDstab=1.3, HYDgStab=0.9

| | | |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 2, Fase 0 | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

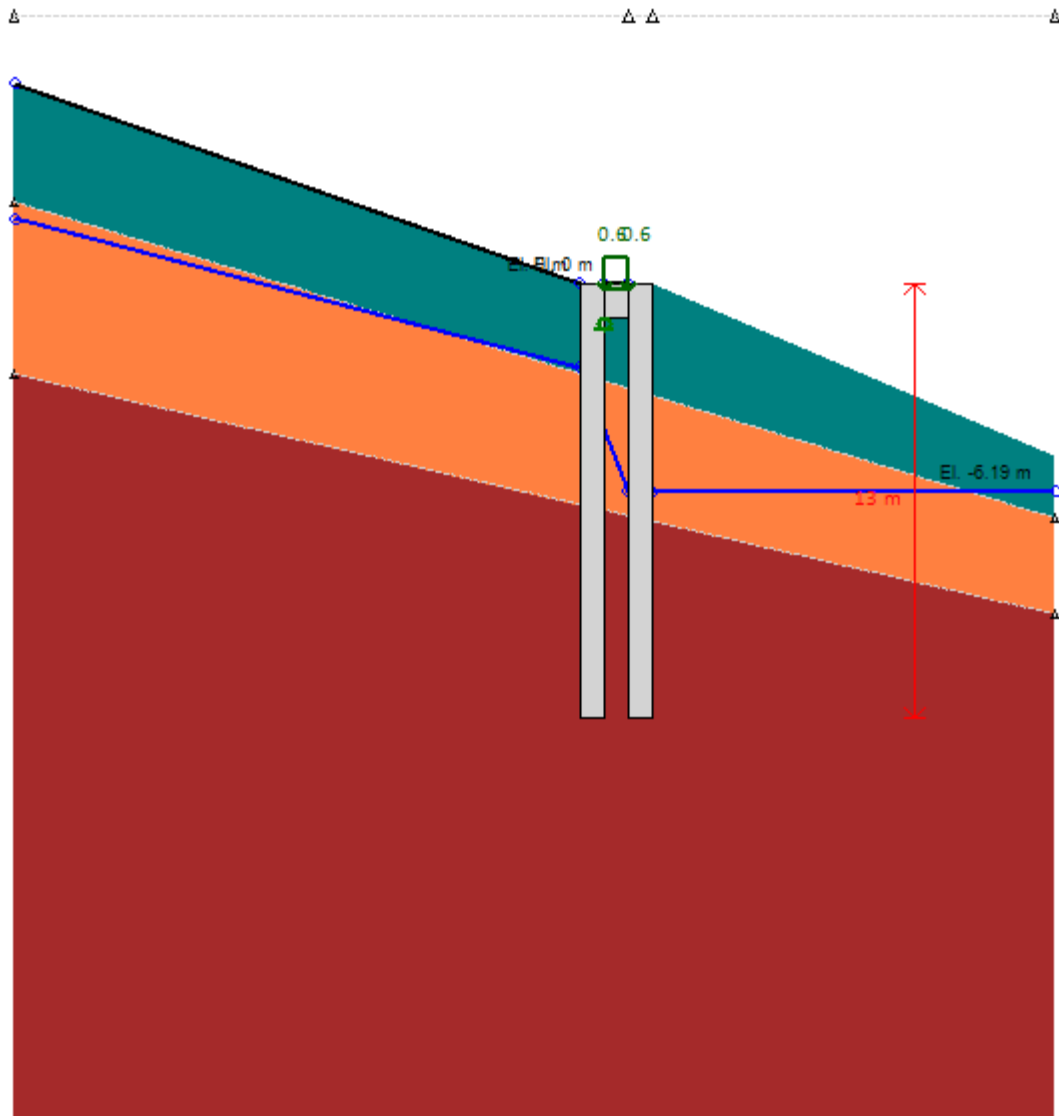
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)=1.25, FS c'=1.25, FS Su=1.4
 gStab=1, gDstab=1, FSres=1, FSdriveE=1
 Actions 'A': Temp=1.3, Perm=1, EQ=0
 Water: ES_Drives=1, ES_Res=1, HYDgDstab=1.3, HYDgStab=0.9

| | | |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 2, Fase 1 | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

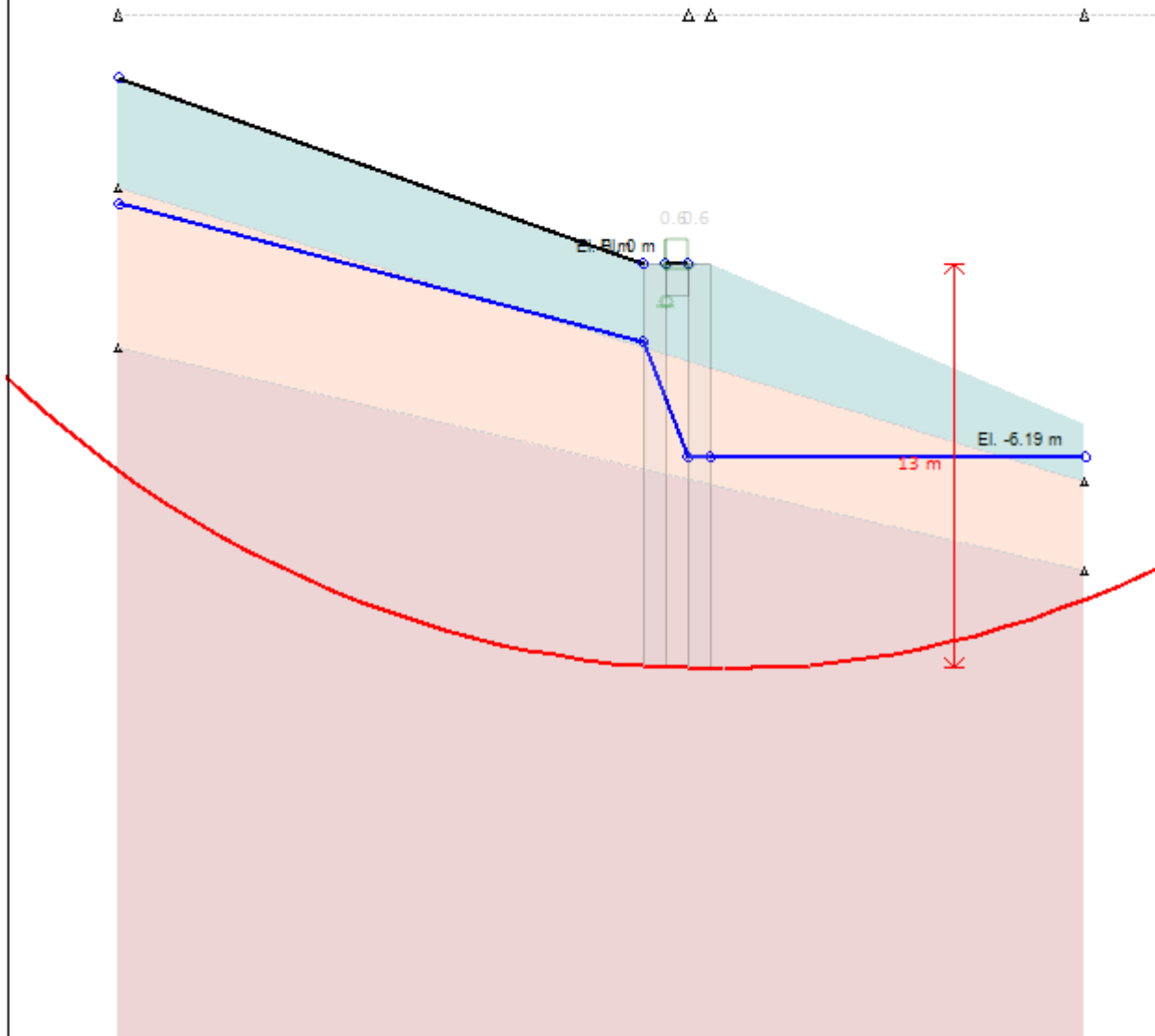
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)=1.25, FS c'=1.25, FS Su=1.4
 gStab=1, gDstab=1, FSres=1, FSdriveE=1
 Actions 'A': Temp=1.3, Perm=1, EQ=0
 Water: ES_Drive=1, ES_Res=1, HYDgDstab=1.3, HYDgStab=0.9

| | | |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 2, Fase 2 | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1(PARENT: Base Section - Service)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
 Soil 'M': FS(tanFR)= 1.25, FS c'= 1.25, FS Su= 1.4
 gStab= 1, gDstab= 1, FSres= 1, FSdriveE= 1
 Actions 'A': Temp= 1.3, Perm= 1, EQ= 0
 Water: ES_Drive= 1, ES_Res= 1, HYDgDstab= 1.3, HYDgStab= 0.9

| | | |
|---|------------------|-----------------------------------|
| Company: My Company | DS: 2, Stabilità | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Engineer: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_1.DEEP | | 1/27/2014 |

Toe stability

Embedment FS vs Stage (left wall)

| | Min Toe FS | FS1 Passive | FS2 Rotation | FS3 Length (from FS1, FS2) | FS4 Mobilized Passive | FS5 Actual Drive Thrust / Theory Active |
|--|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|
|--|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|

| | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.837 | 1.251 |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.839 | 1.251 |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.839 | 1.227 |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | N/A | 3.839 | 1.227 |

Embedment FS vs Stage (right wall)

| | Min Toe FS | FS1 Passive | FS2 Rotation | FS3 Length (from FS1, FS2) | FS4 Mobilized Passive | FS5 Actual Drive Thrust / Theory Active |
|---------|------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------------|---|
| Stage 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.016 | 1.79 |
| Stage 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.016 | 1.789 |
| Stage 2 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.772 | 1.189 |
| Stage 3 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.772 | 1.189 |

Legend: Wall embedment safety factors (toe)

Min Toe FS= Minimum wall embedment safety factor (from all analysis methods)

Limit-equilibrium analysis methods: The following safety factors may not be applicable for all stages.

FS1 Passive: Horizontal force safety factor, FS1= Resisting/Driving force

FS2 Rotation: Rotational safety factor about lowest support, FS2= Resisting moment/Driving moment

FS3 Length (from FS1, FS2): Program determines maximum required wall embedment for safety factor of 1 for methods FS1 and FS2 (say length LFS1). Then FS length= Provided wall embedment/LFS1.

Non-linear elastoplastic analysis safety factors:

FS4 Mobilized Passive: Safety factor on mobilized passive resistance, FS4= Available passive soil resistance/Mobilized passive soil force on excavation side.

FS5 Active Drive Thrust/Theory Active: Ratio of soil thrust on retained side/ Active condition theoretical minimum thrust.

This factor is not as critical, and indicates how close to active conditions the model is.

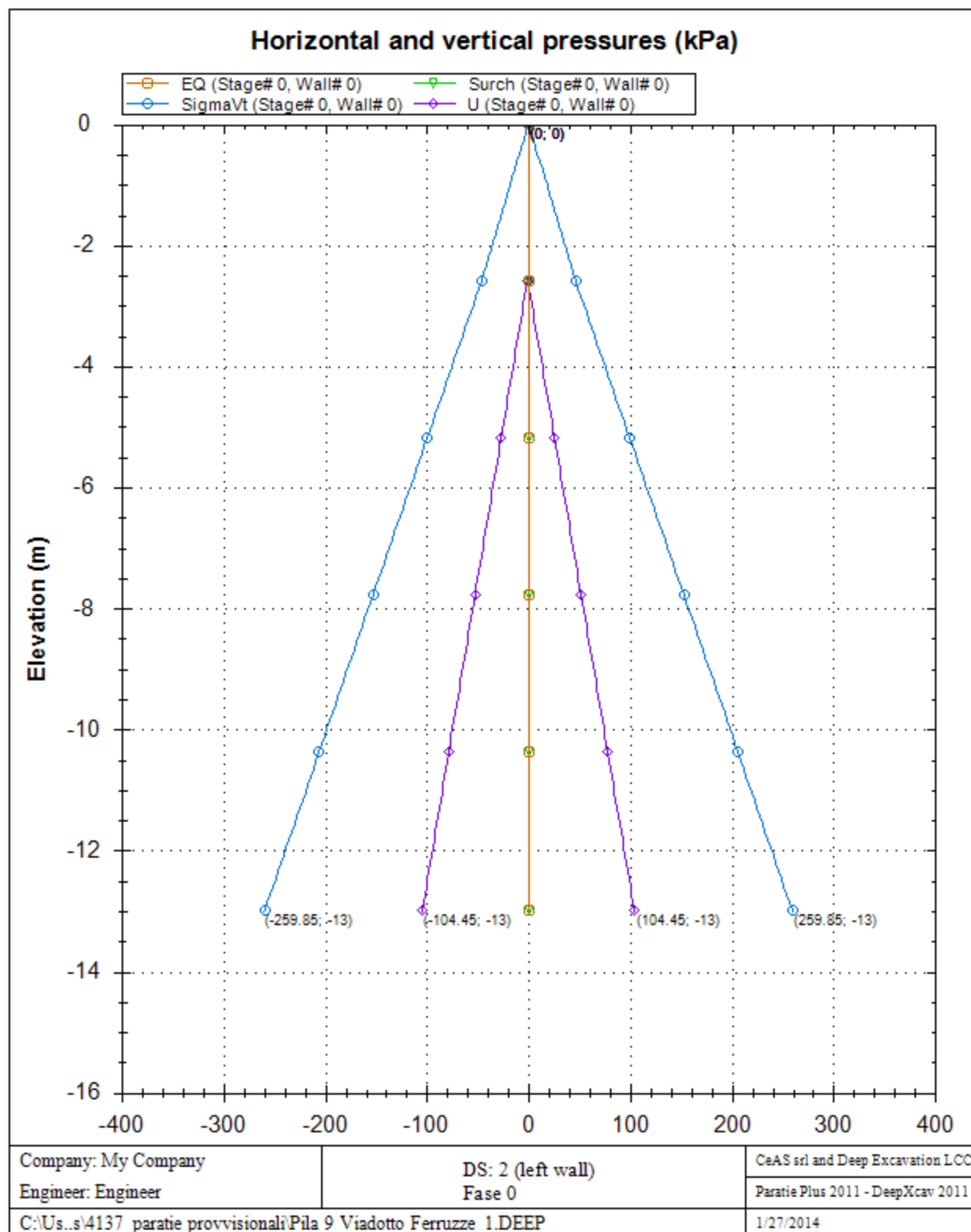
General recommendations on wall embedment (excluding FS5):

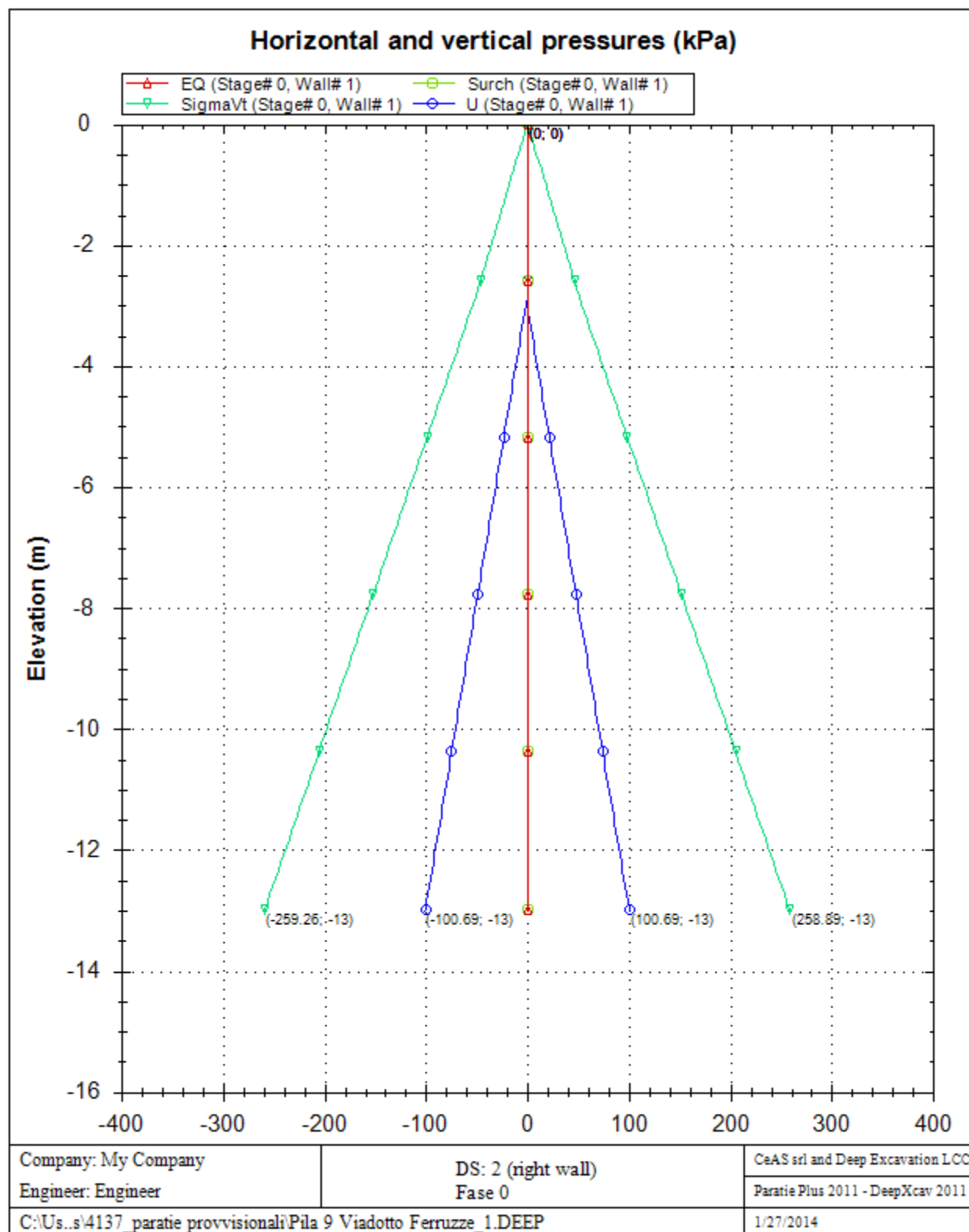
When the excavation is designed with allowable standards, engineers generally use minimum safety factors from 1.2 to 1.5 depending on the level of confidence. A minimum safety factor of 1.2 is generally applied on FS3.

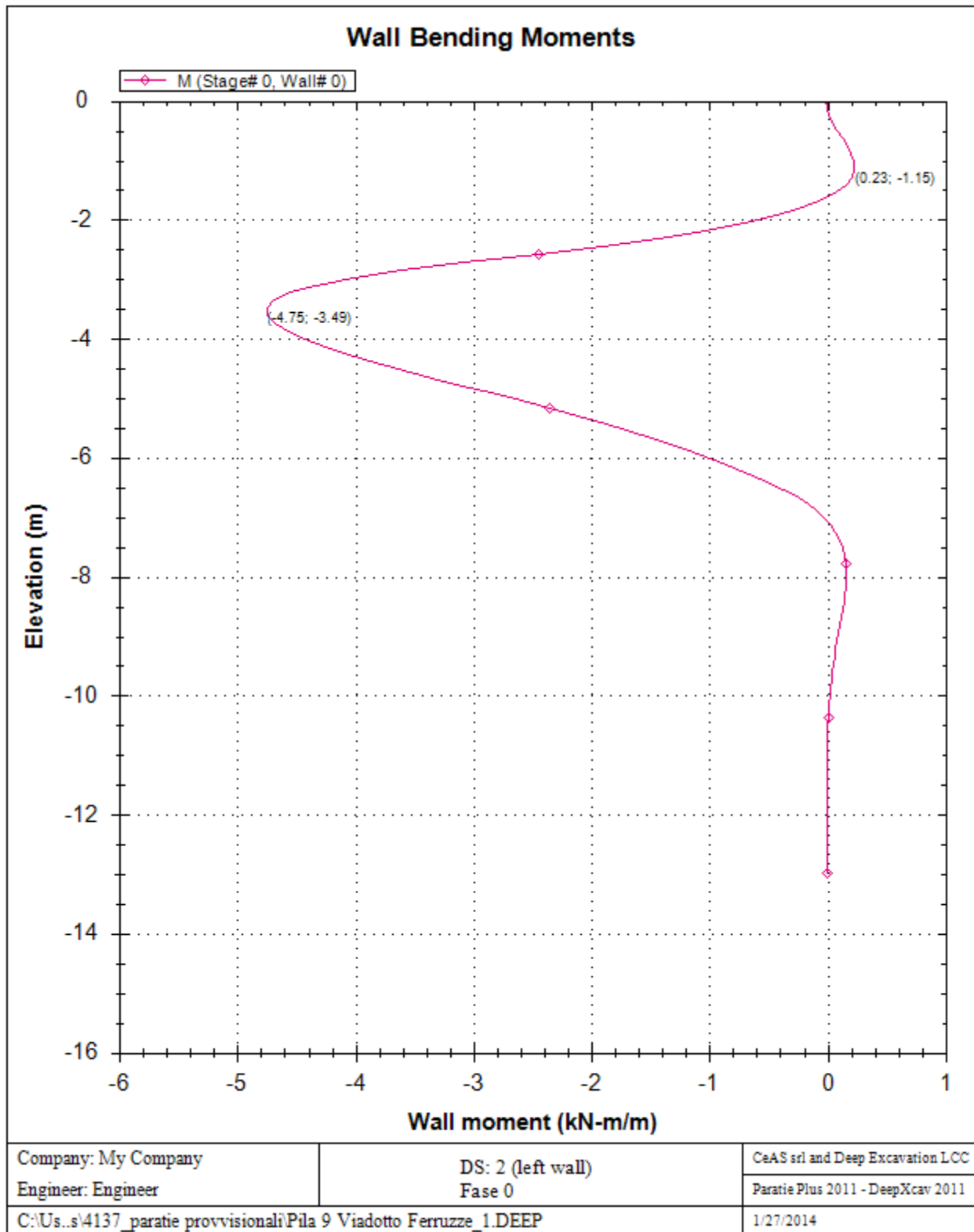
With ultimate limit state designs (such as Eurocode 7, and LRFD) the required safety factor must generally be greater than 1.0. In non-linear solutions it might be impossible to achieve exactly 1 on FS4 as this would likely trigger overall failure.

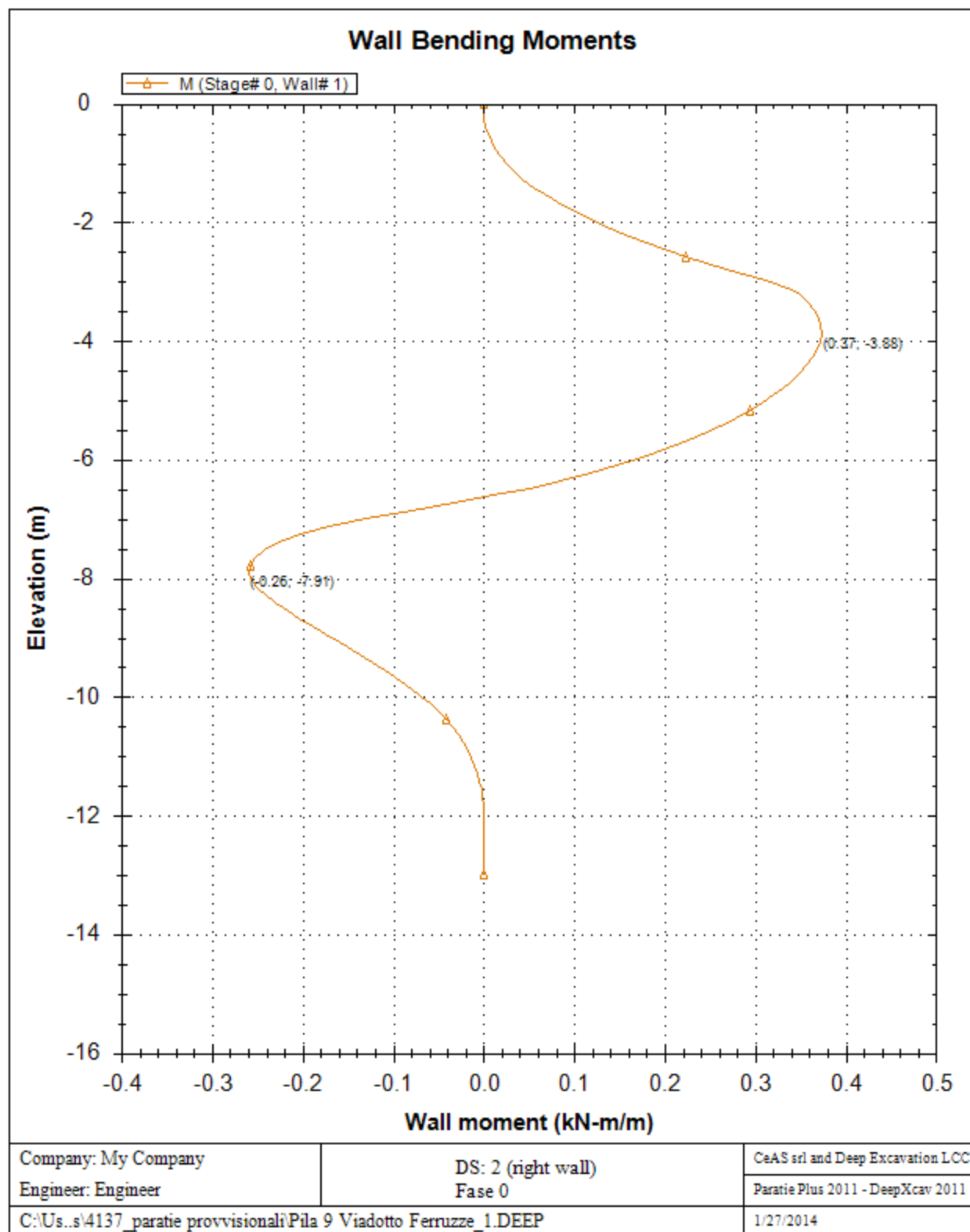
Result diagrams (for walls)

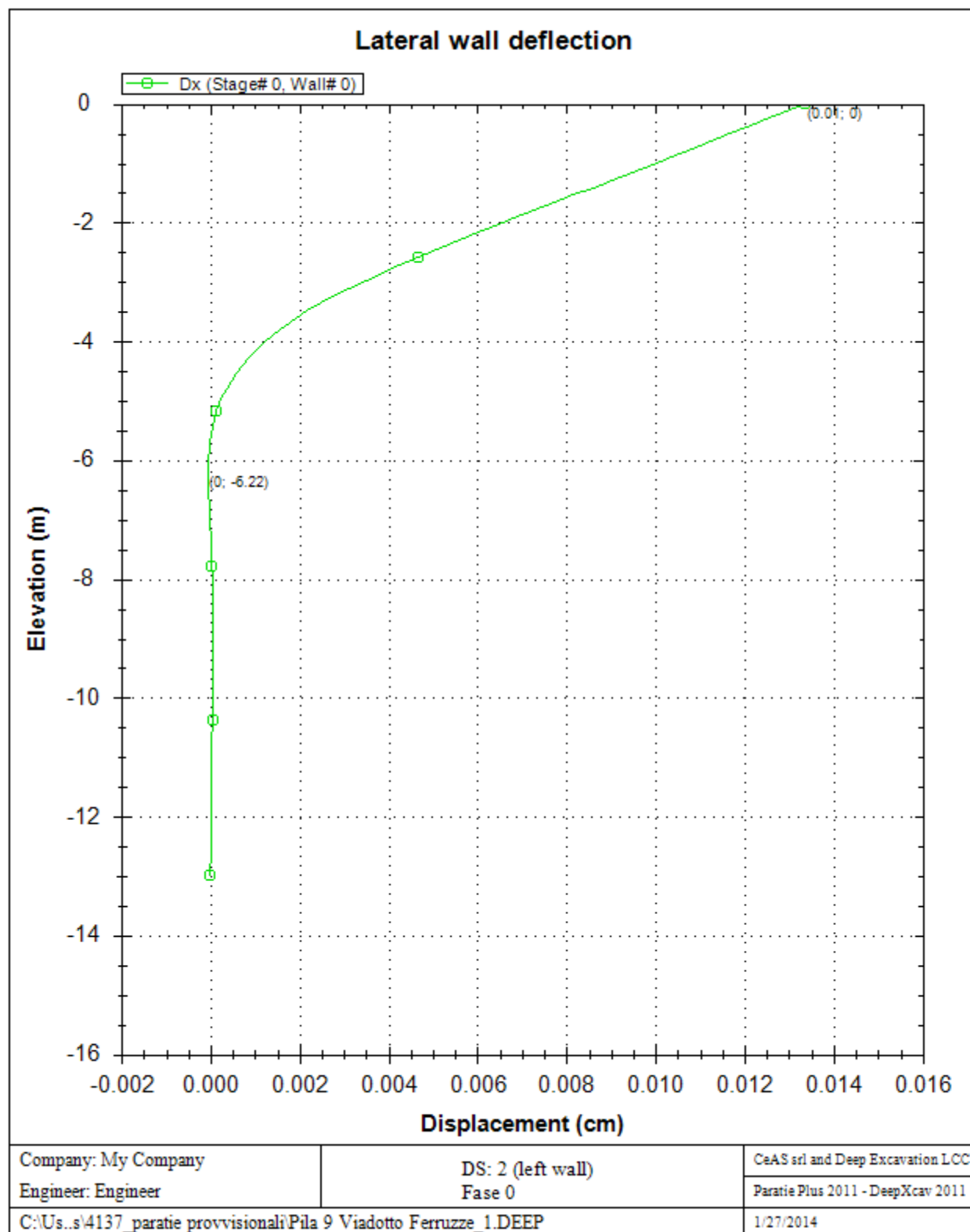
A sequence of result diagrams for each excavation stage is reported

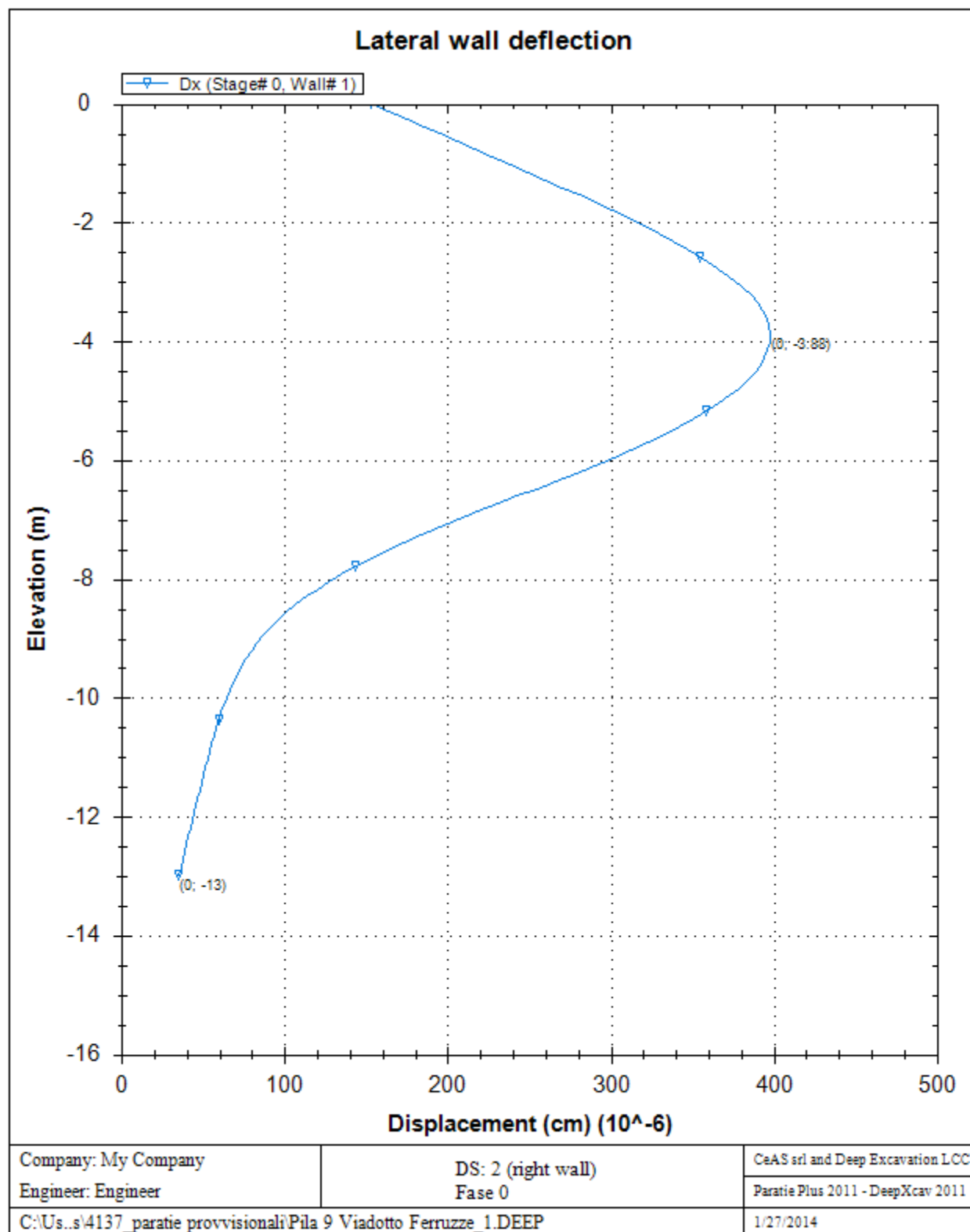


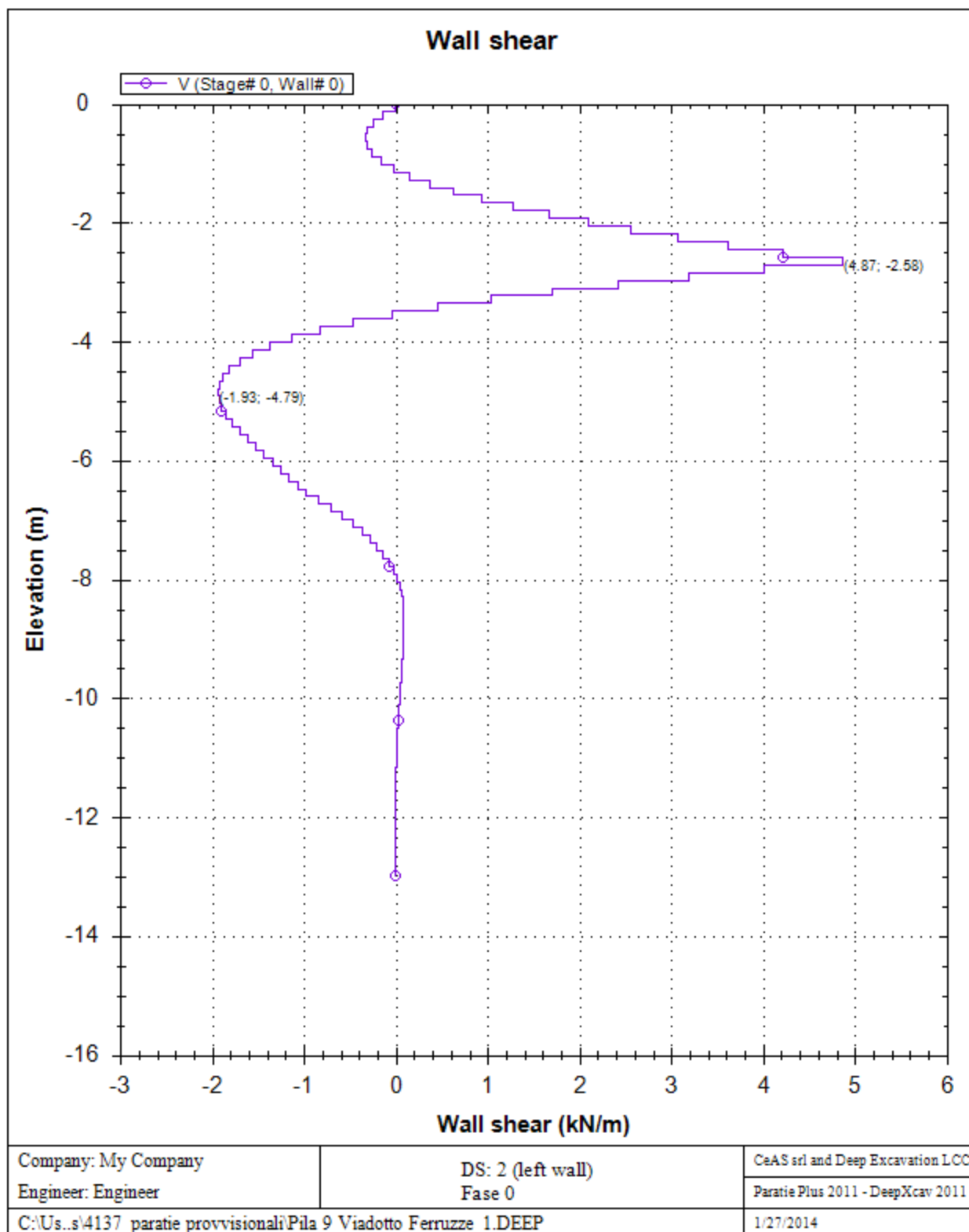


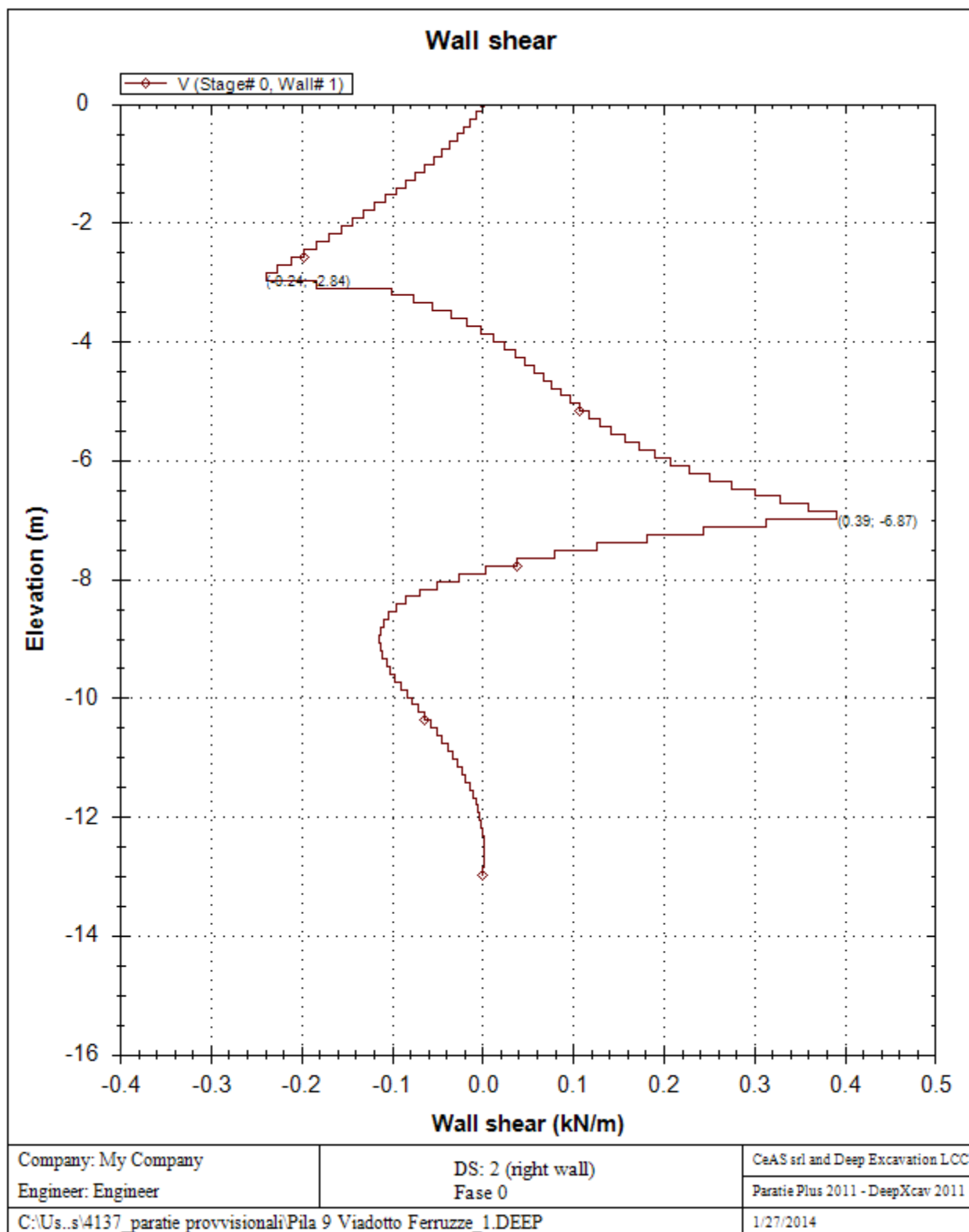


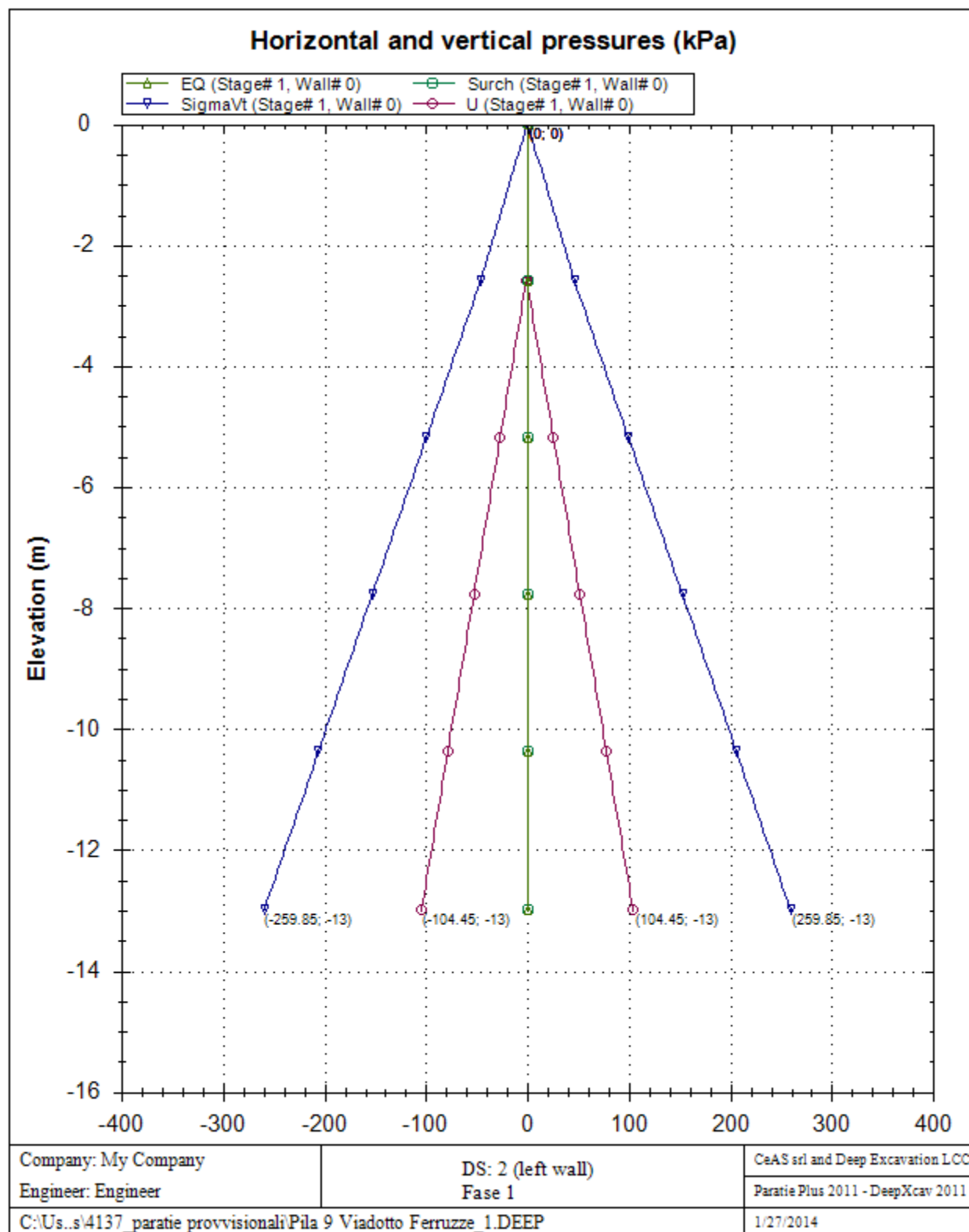


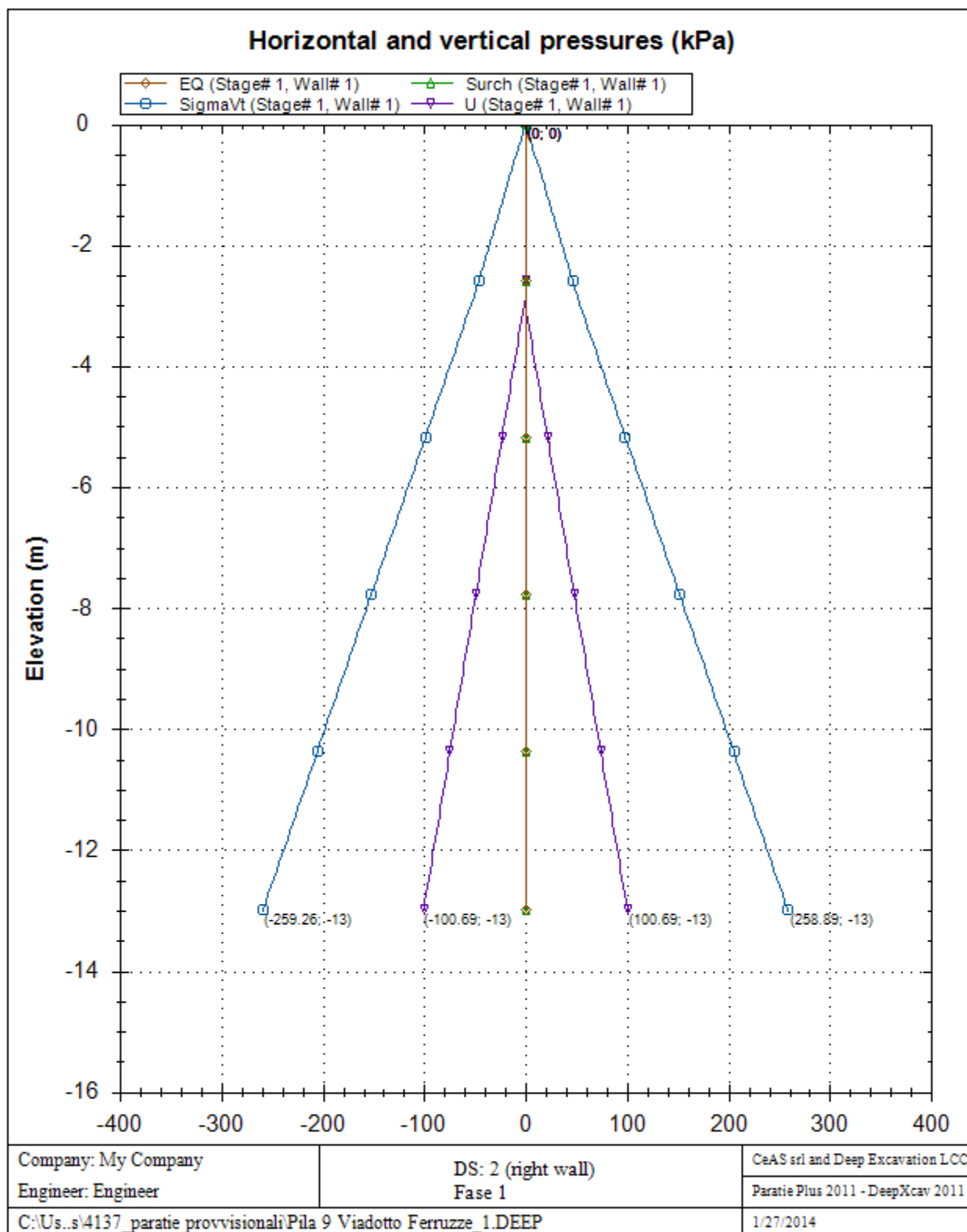


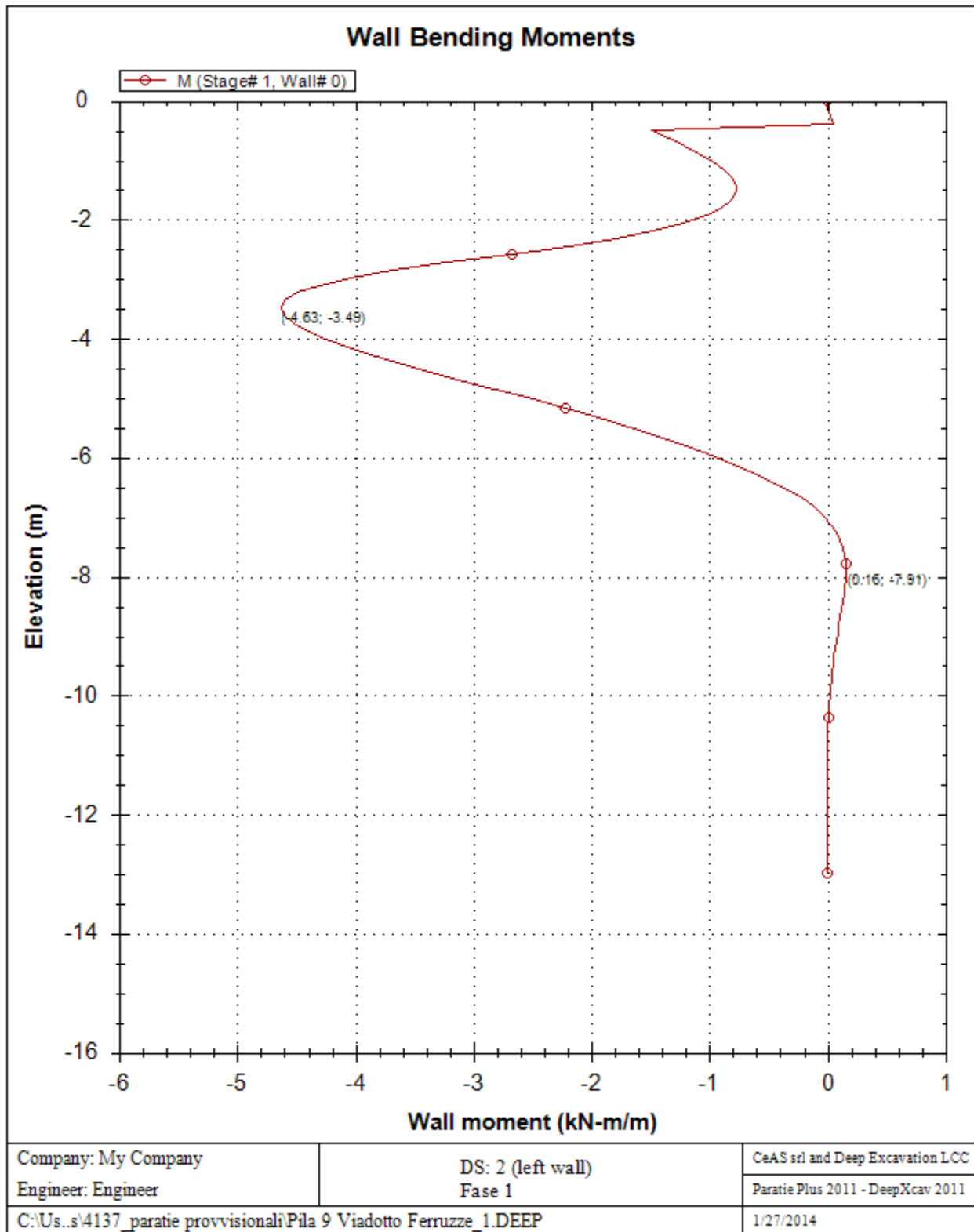


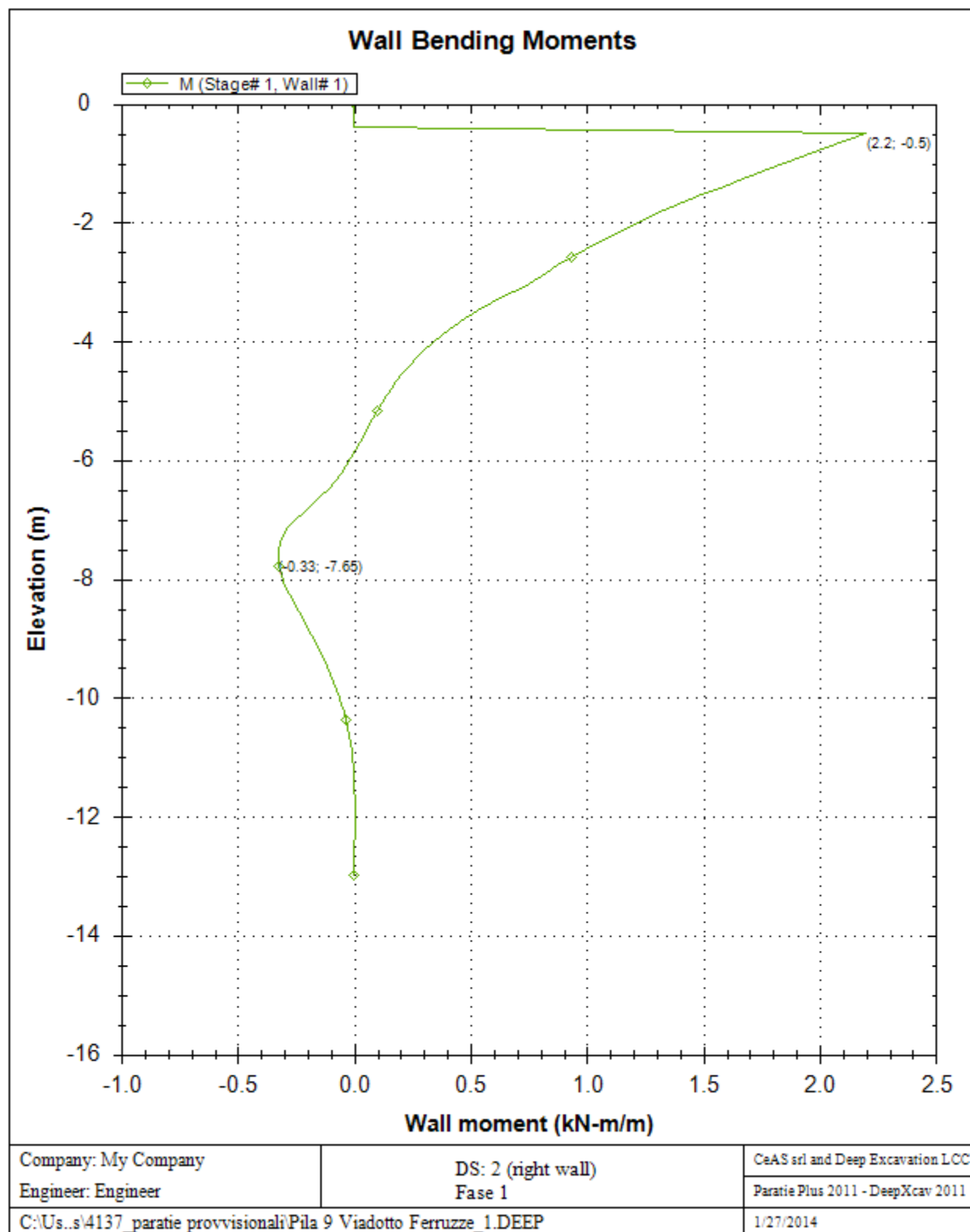


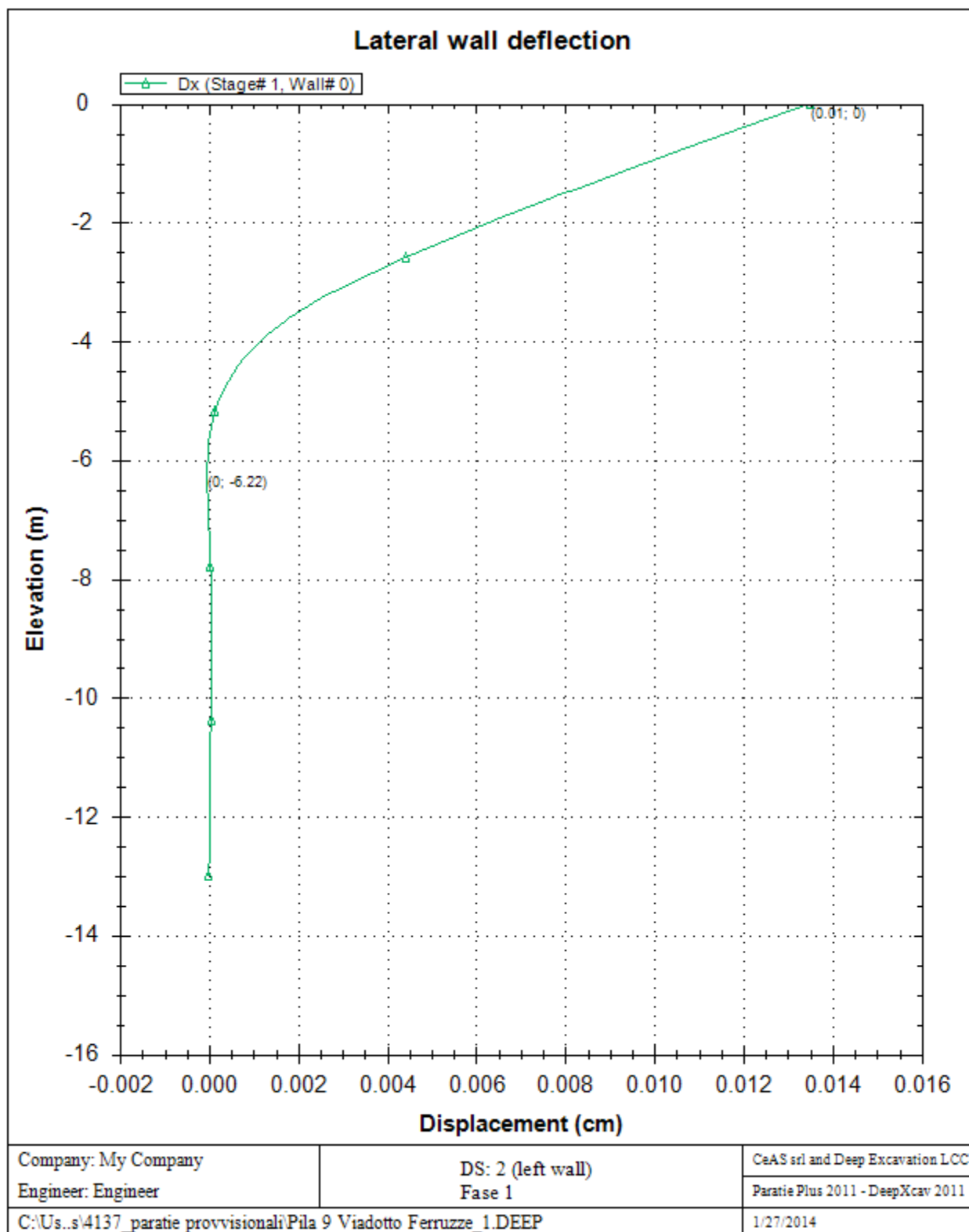


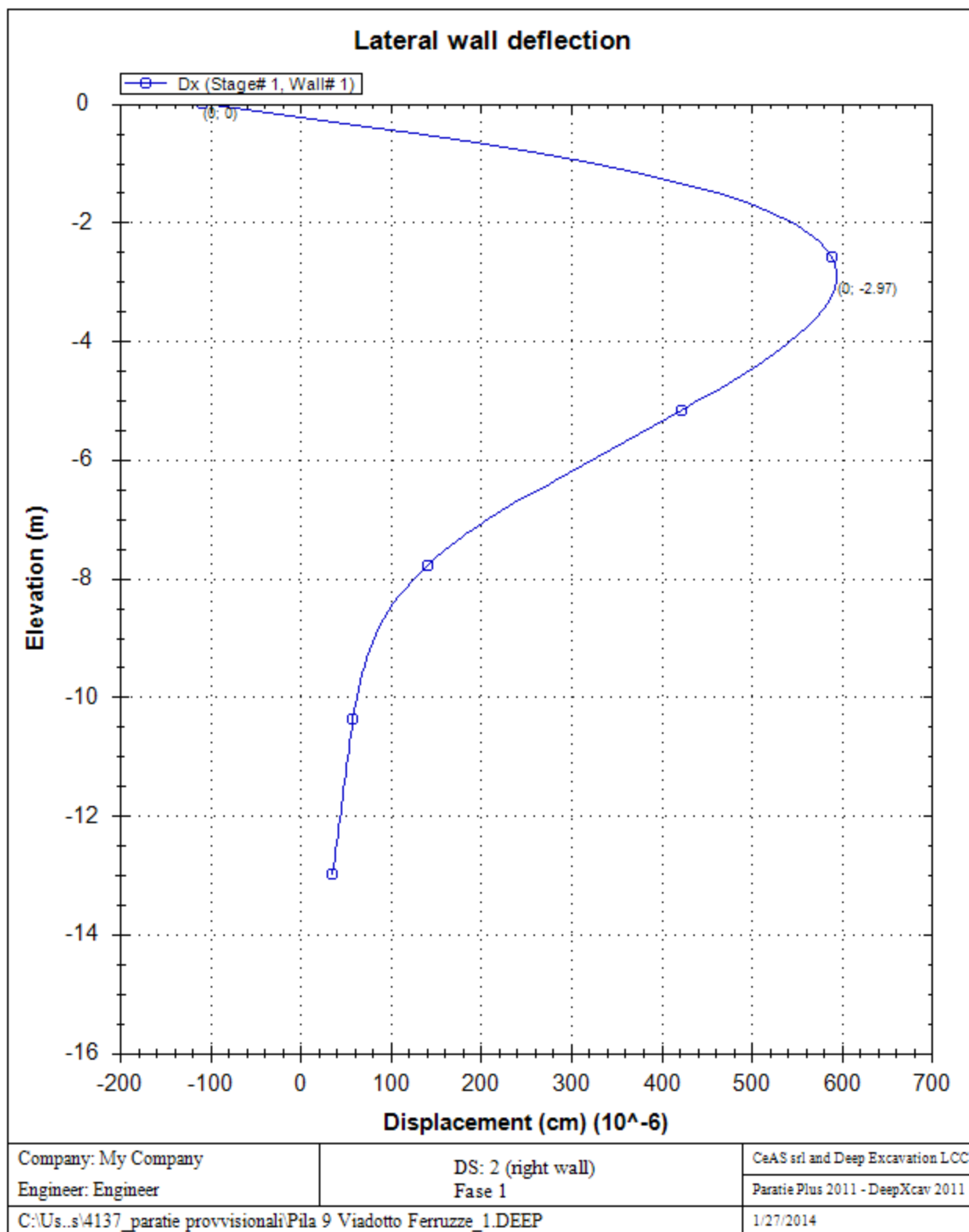


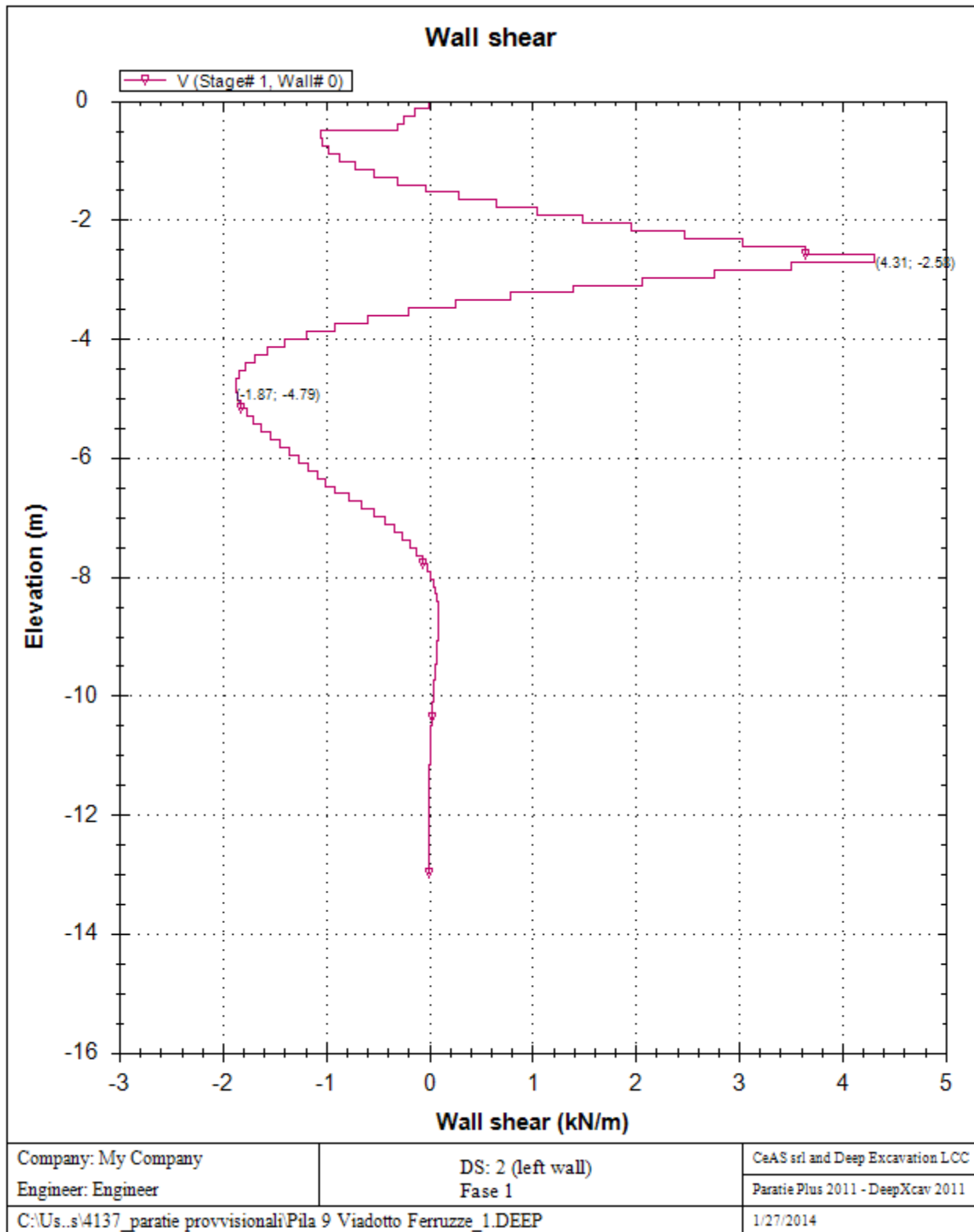


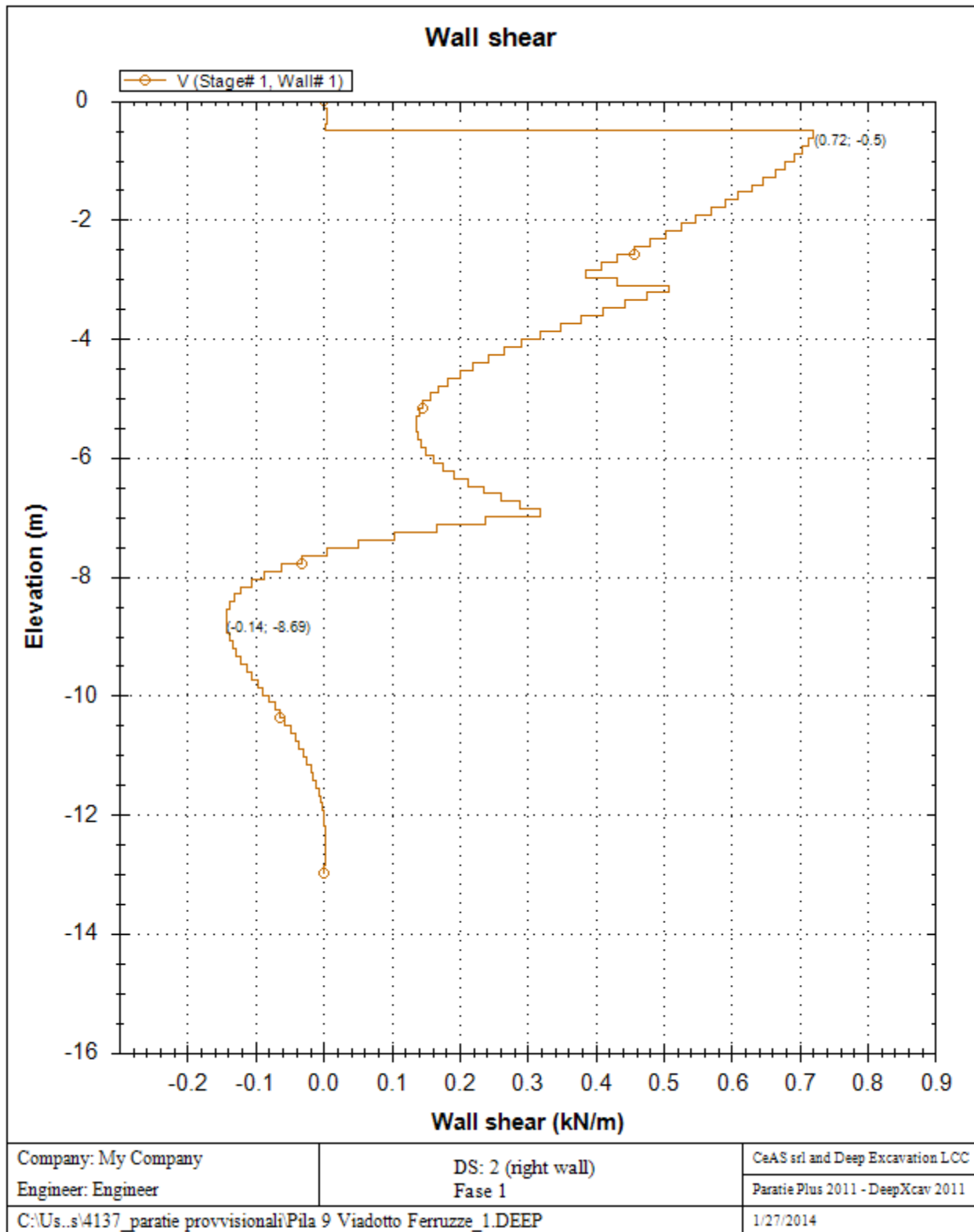


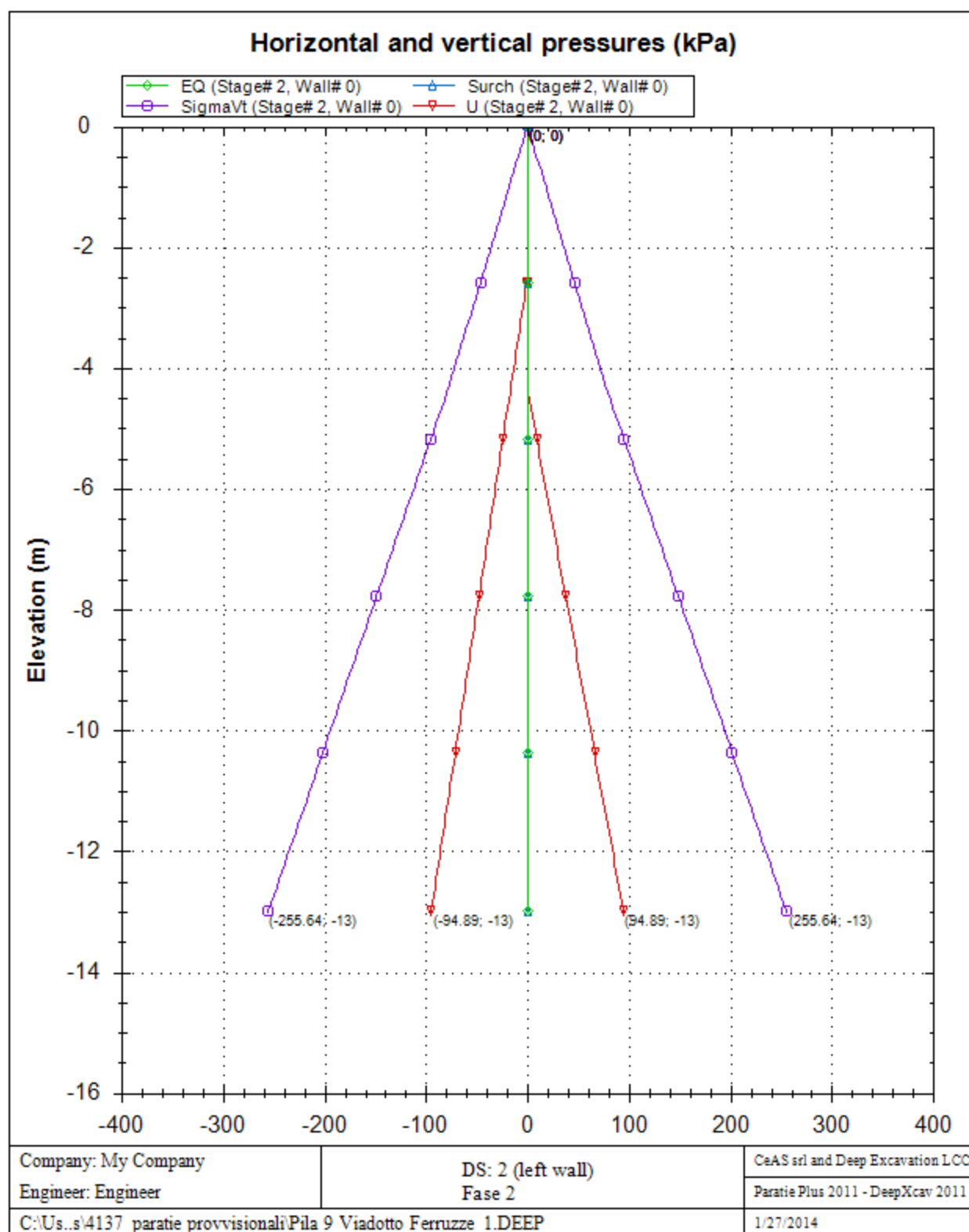


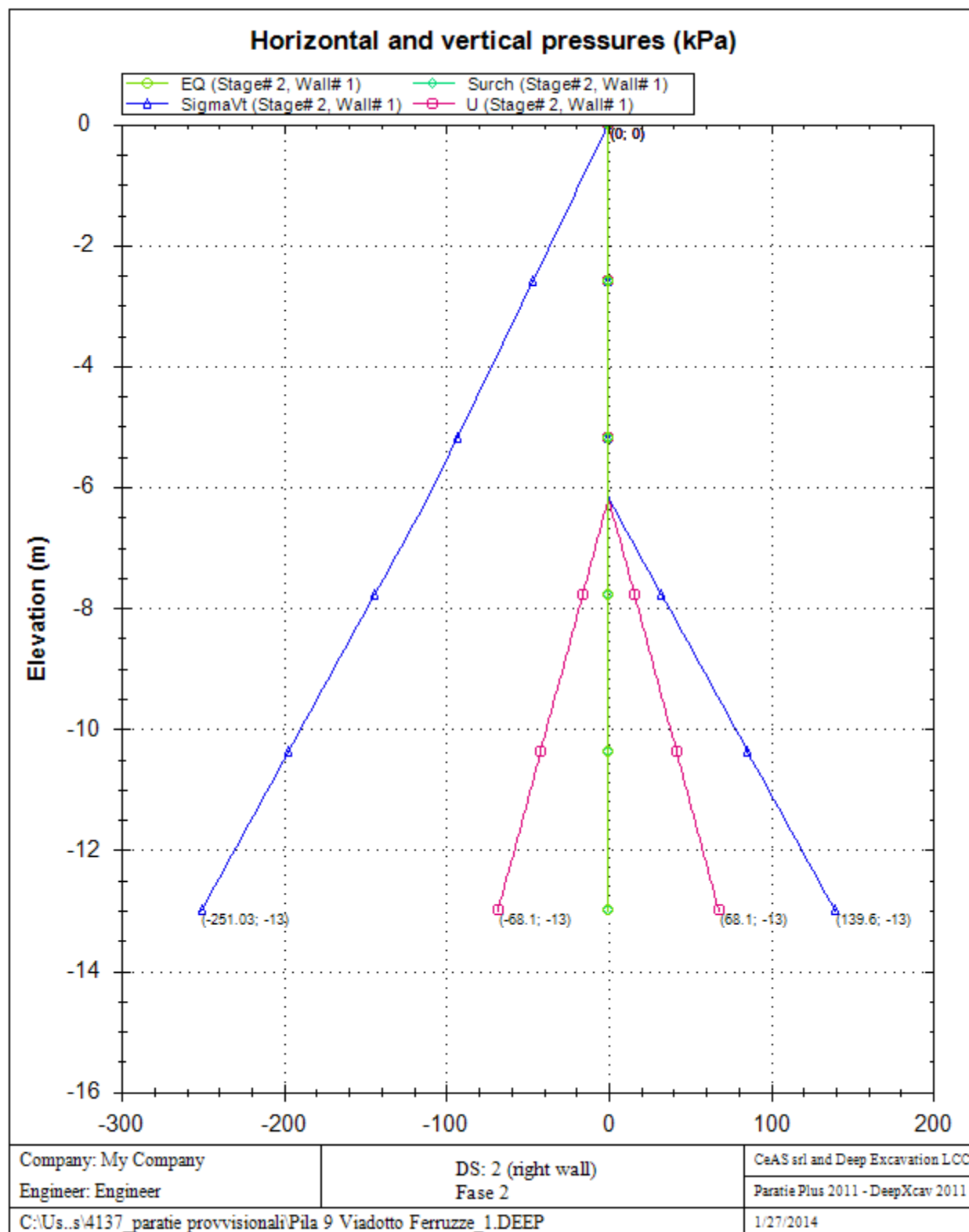


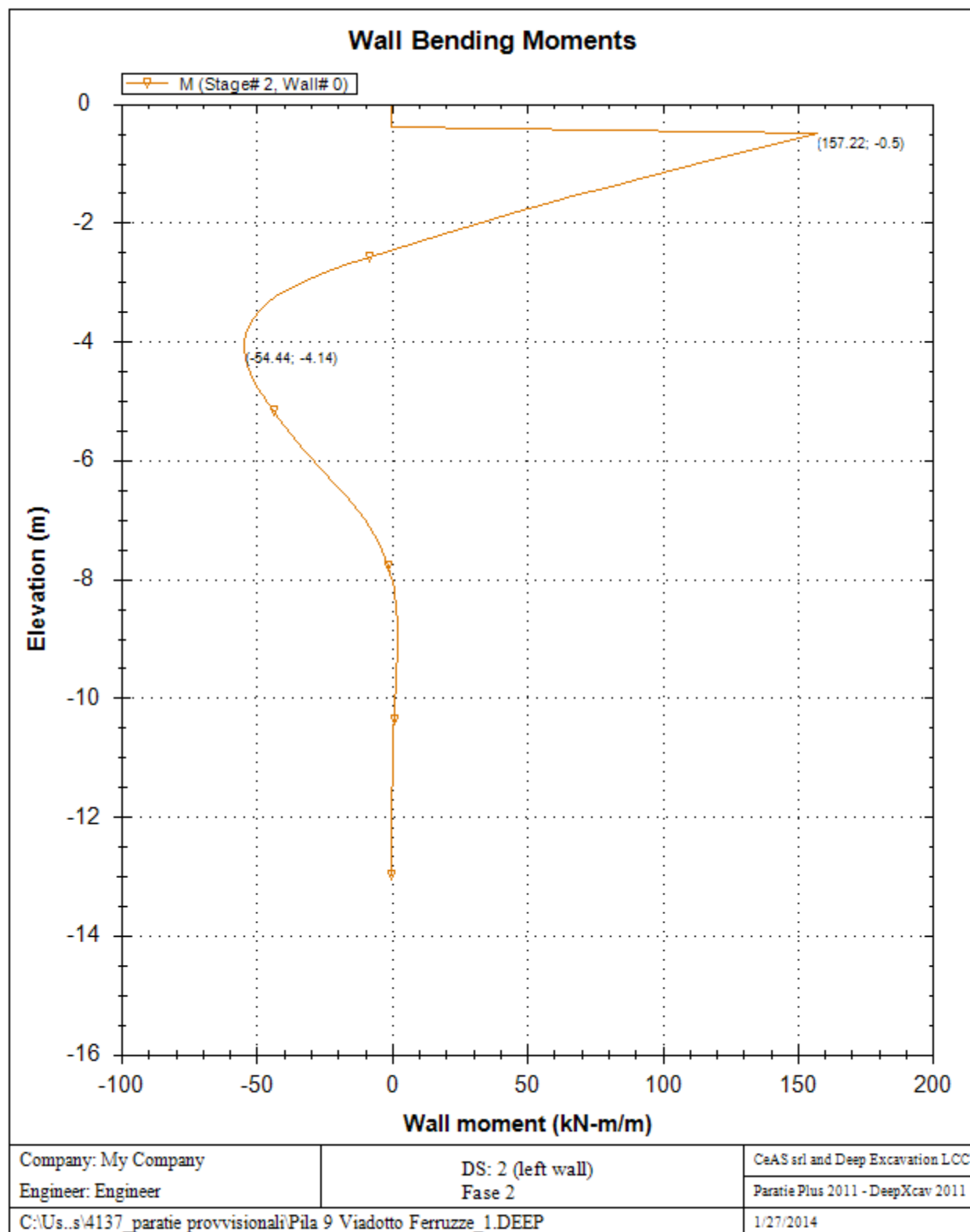


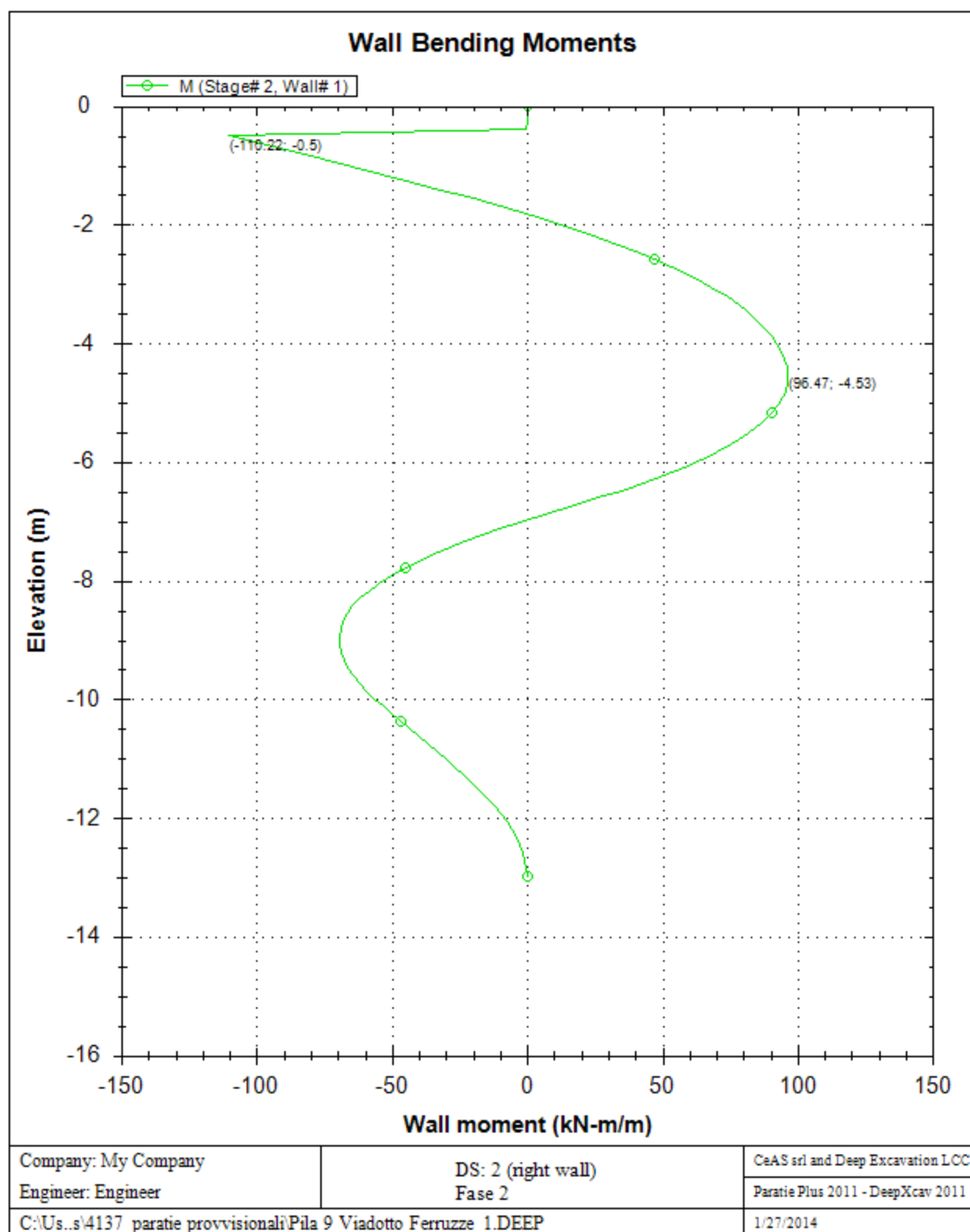


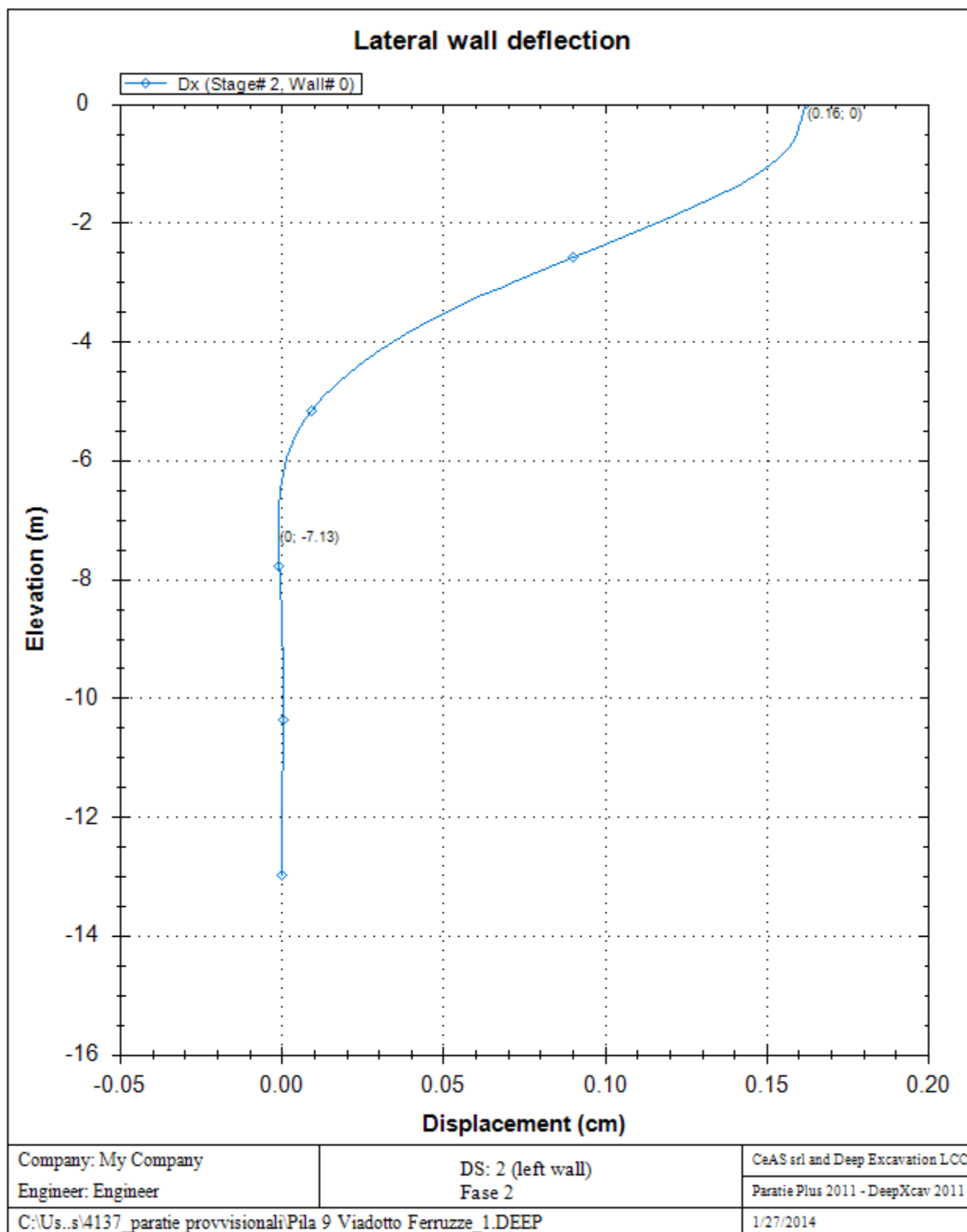


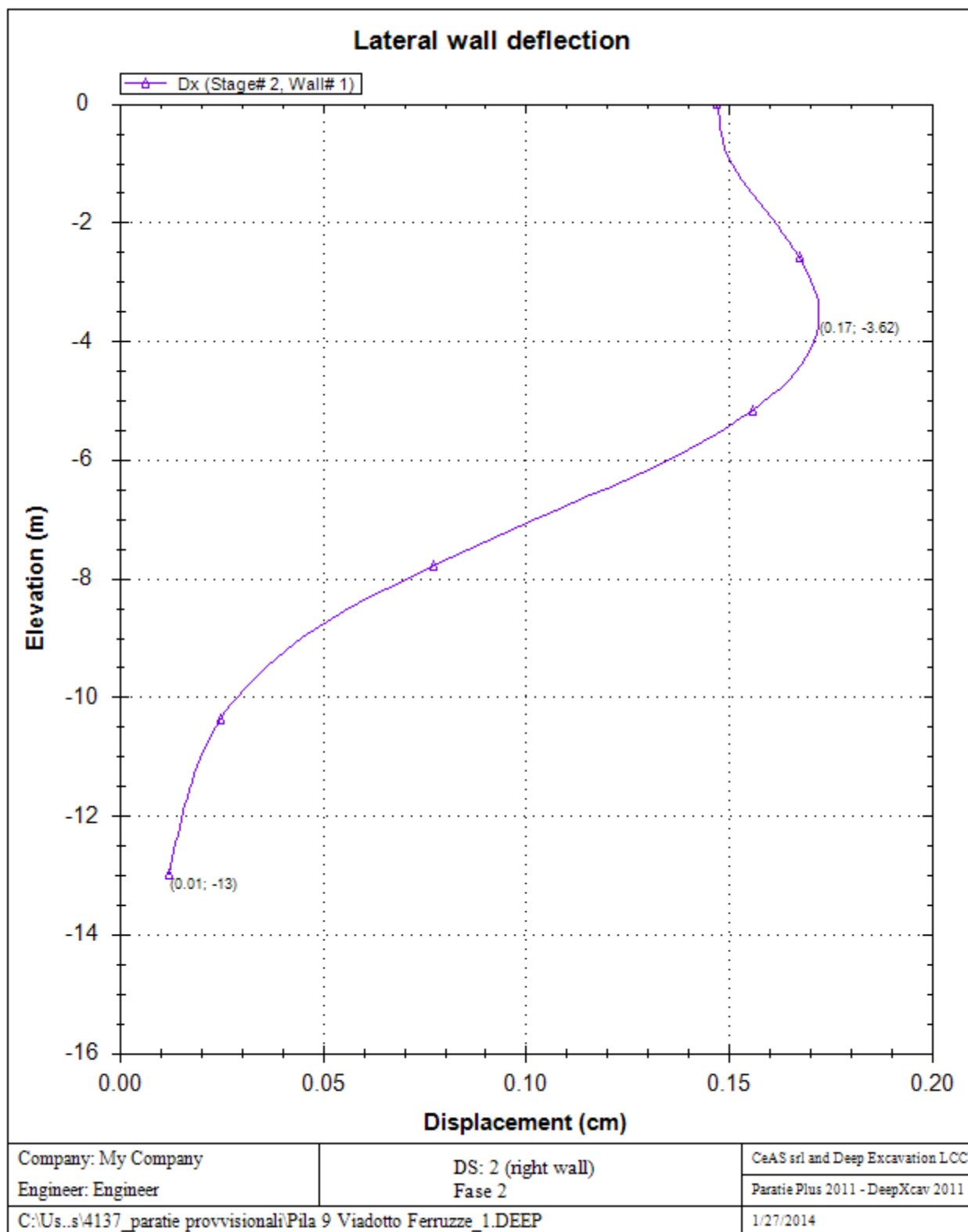


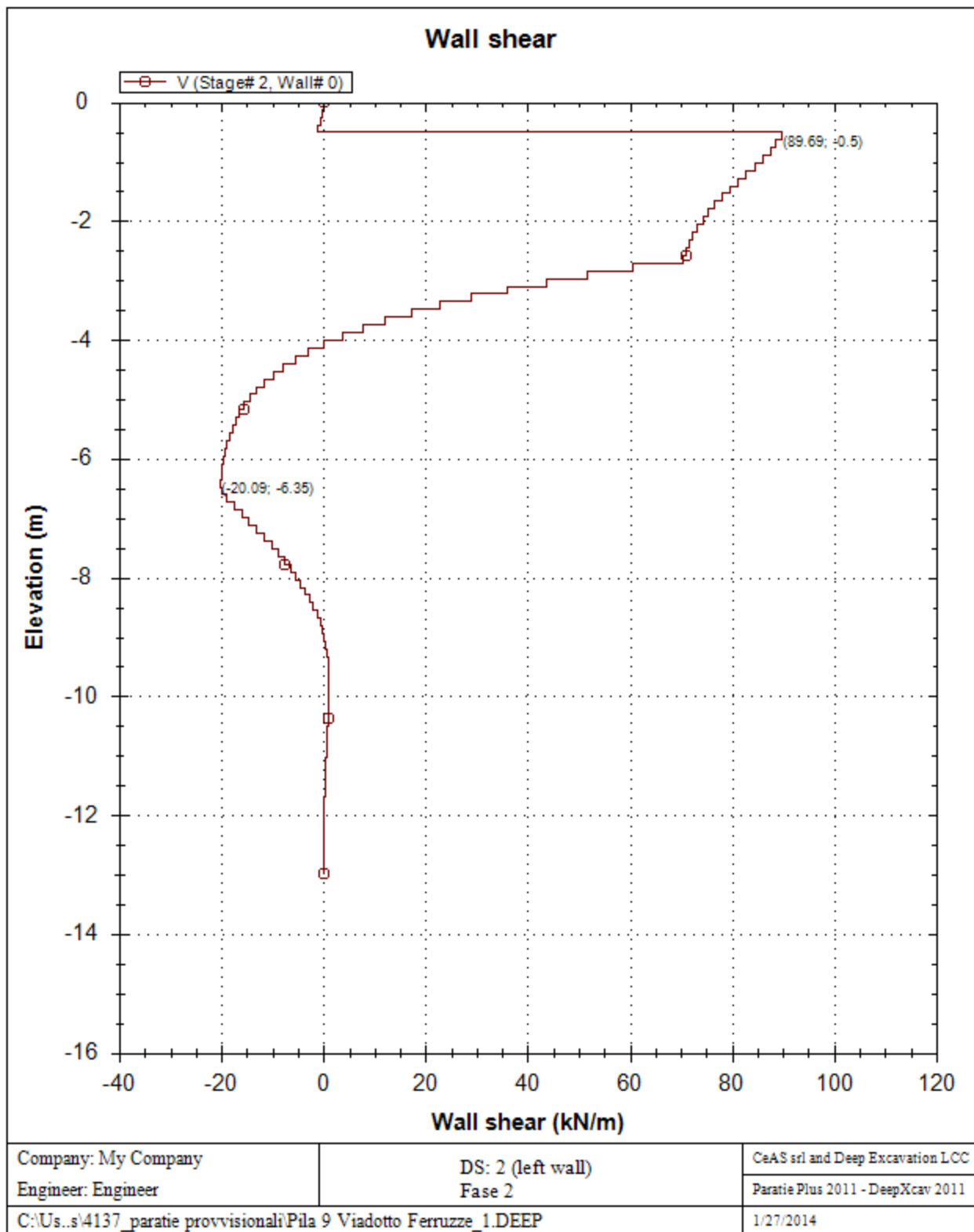


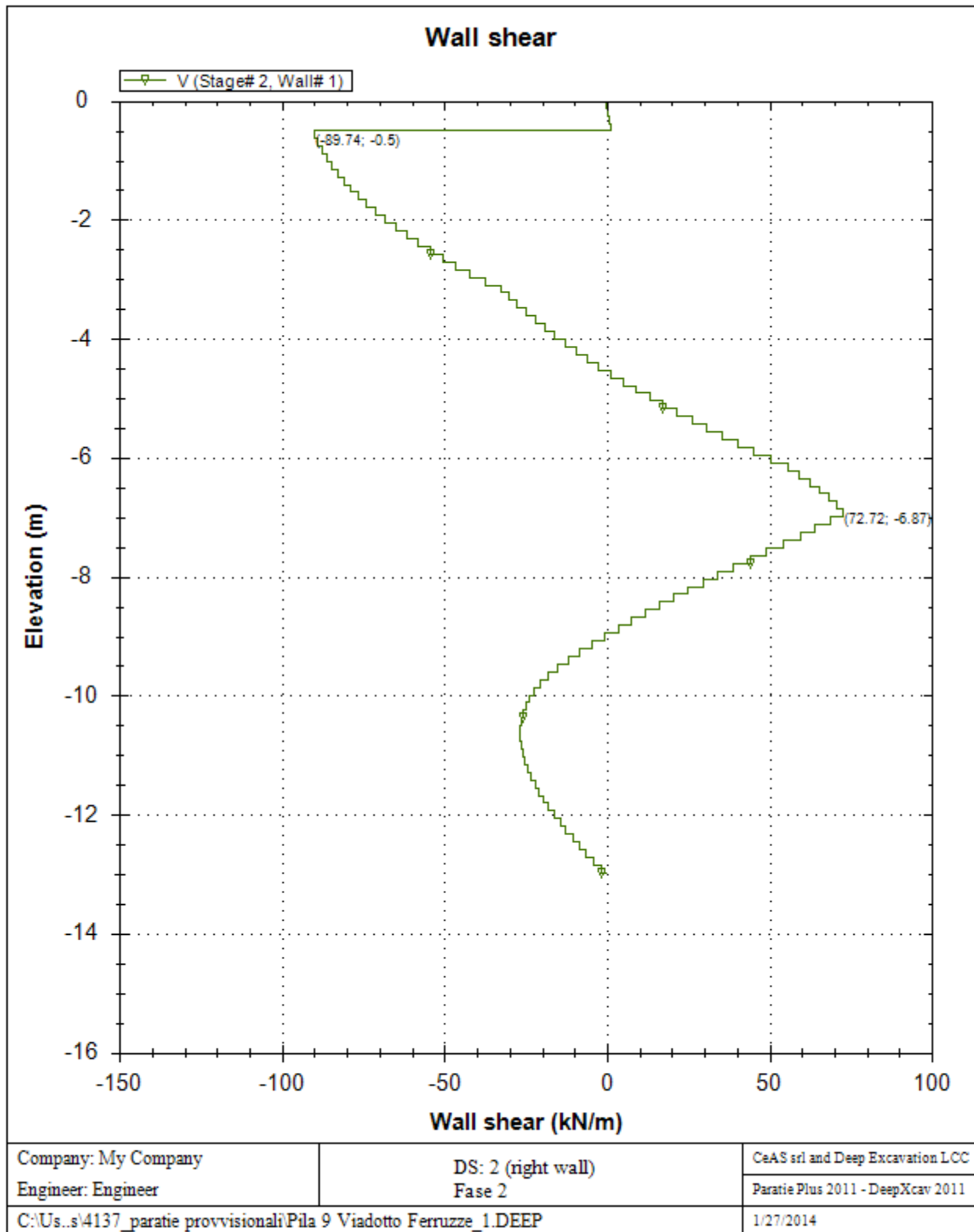


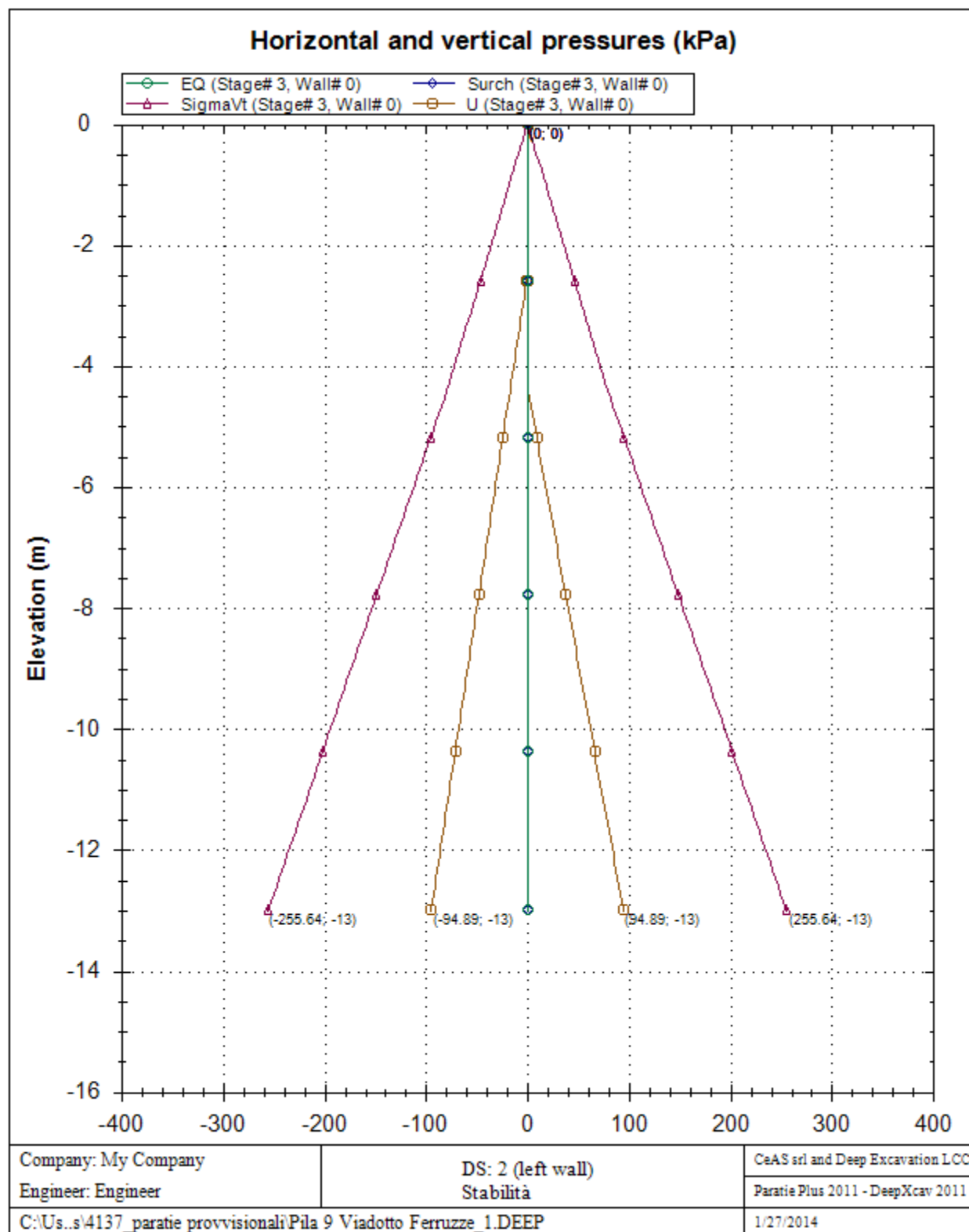


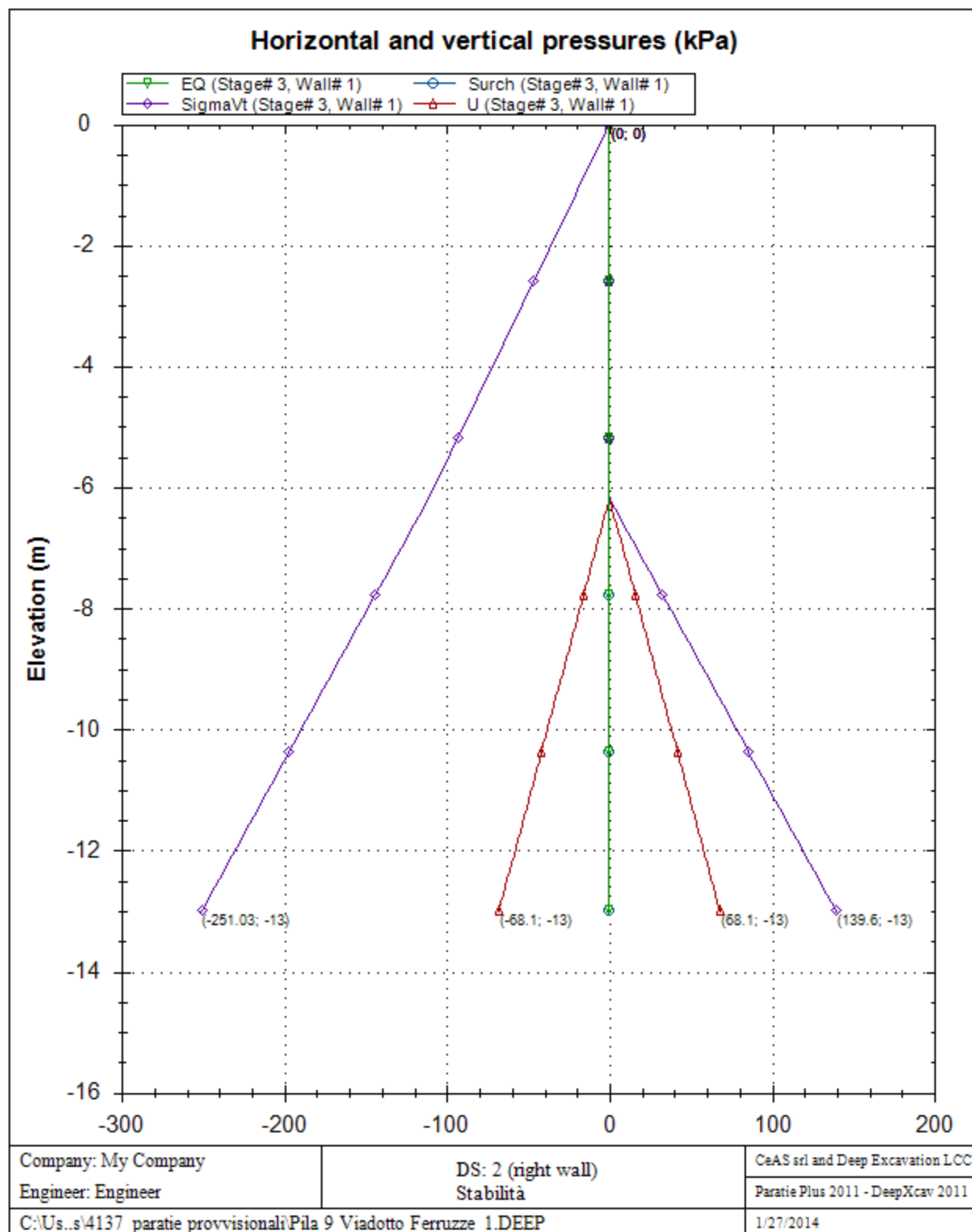


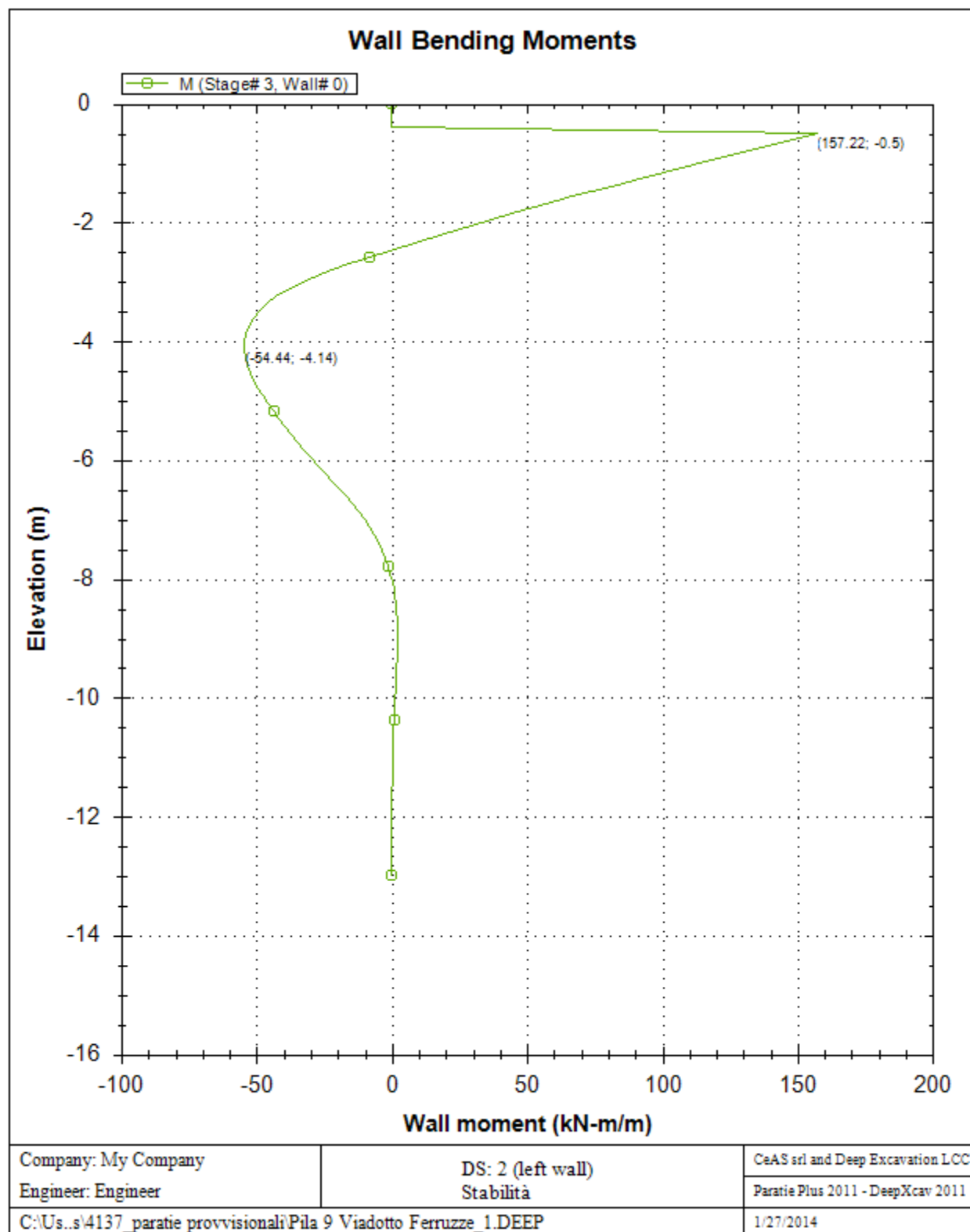


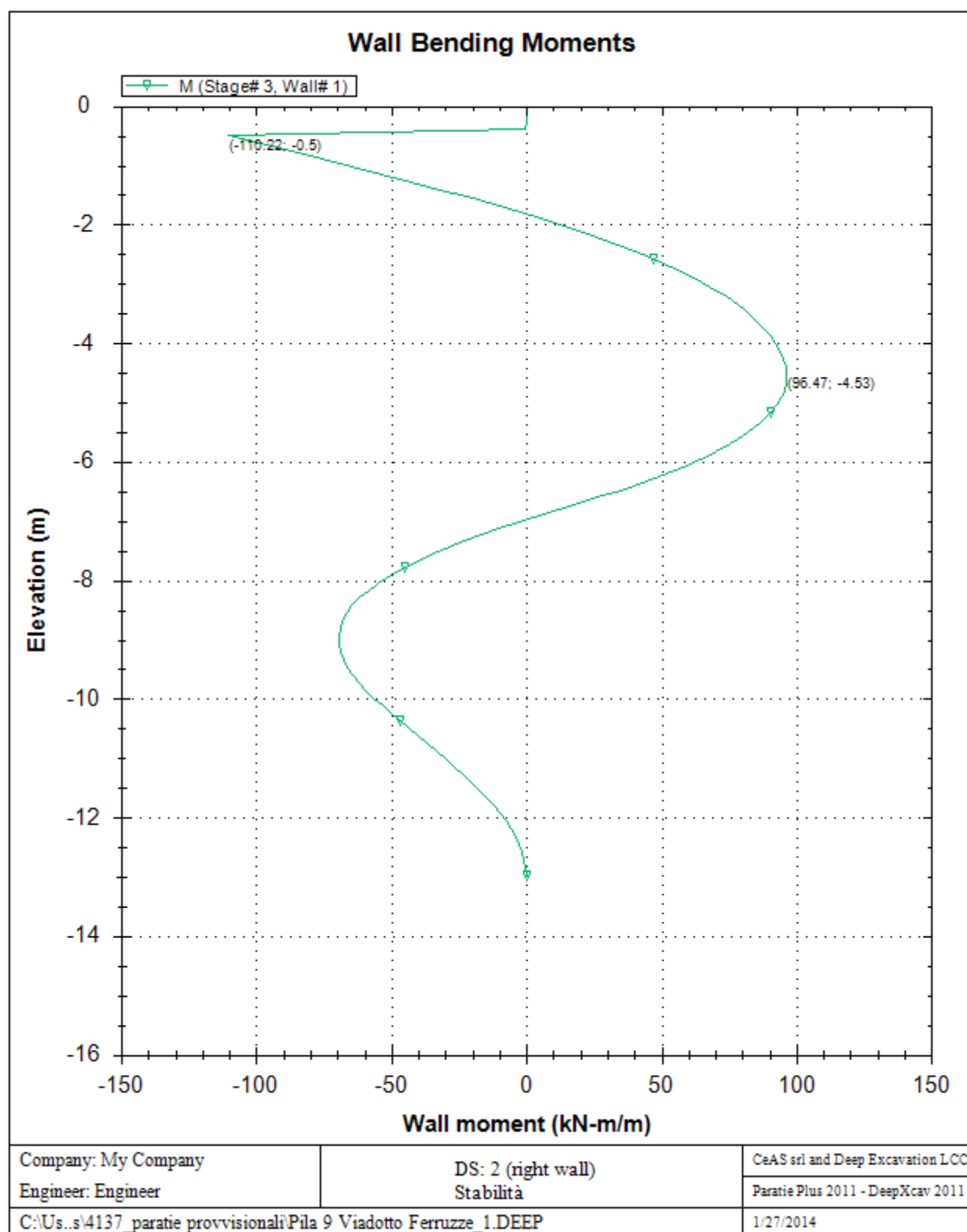


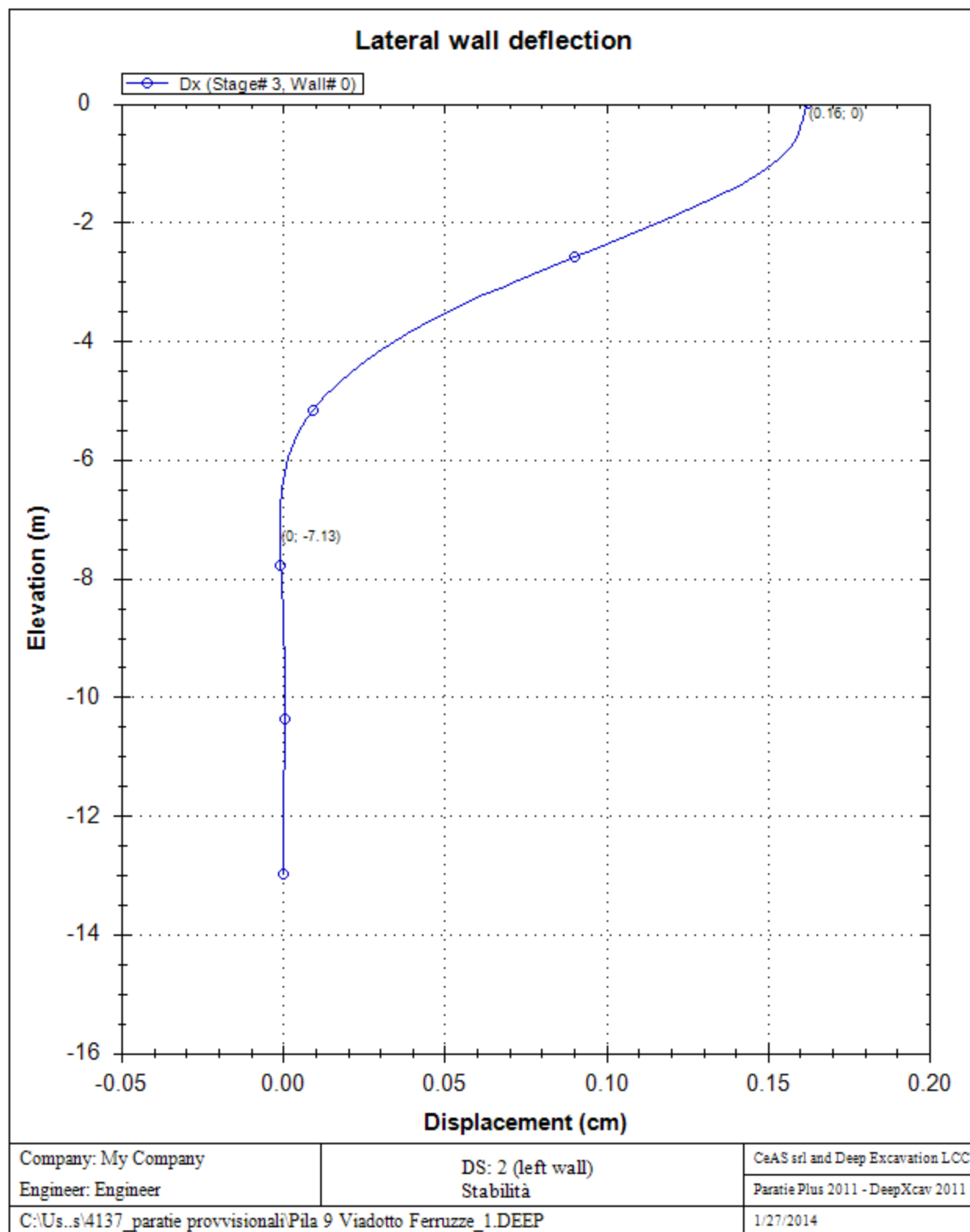


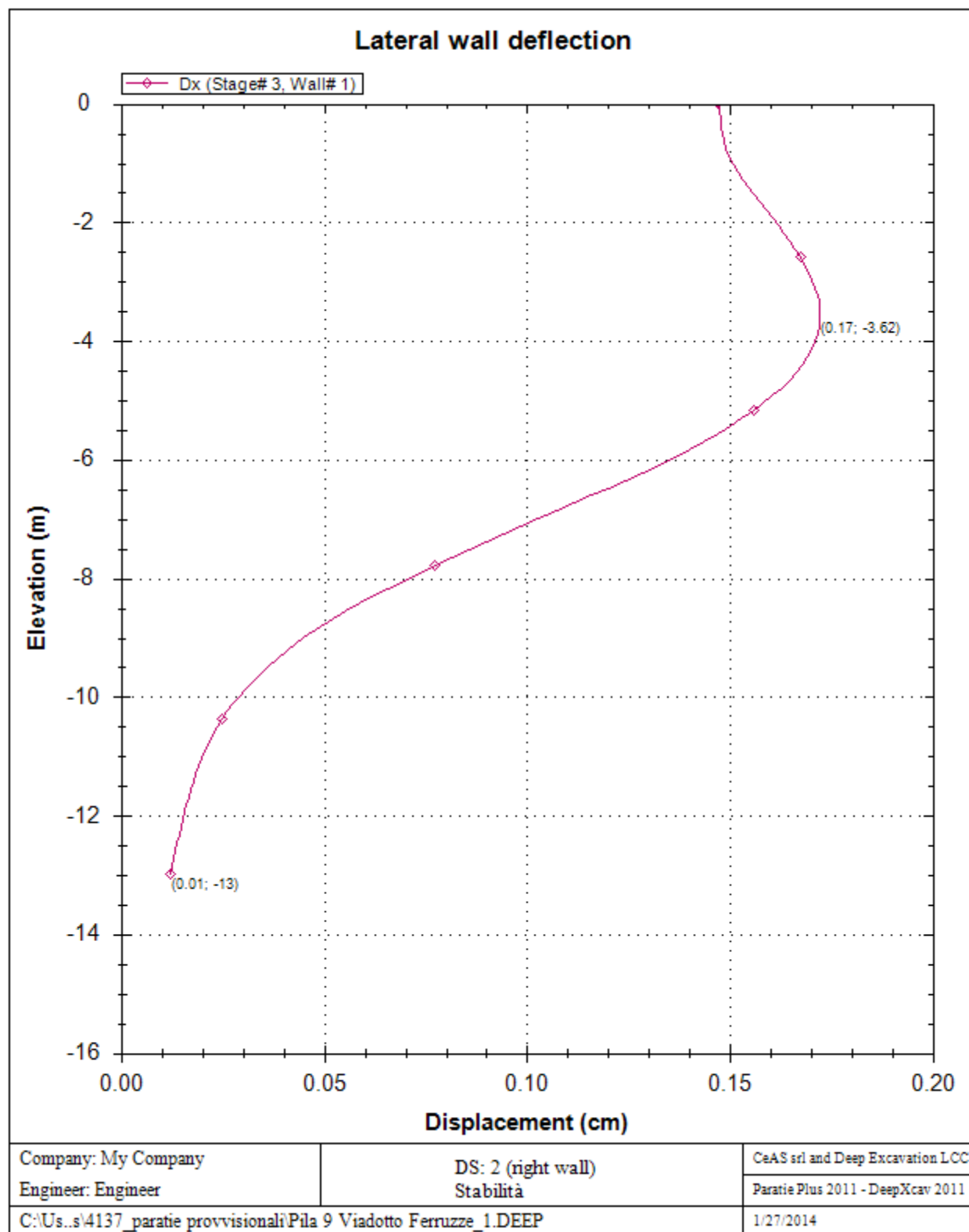


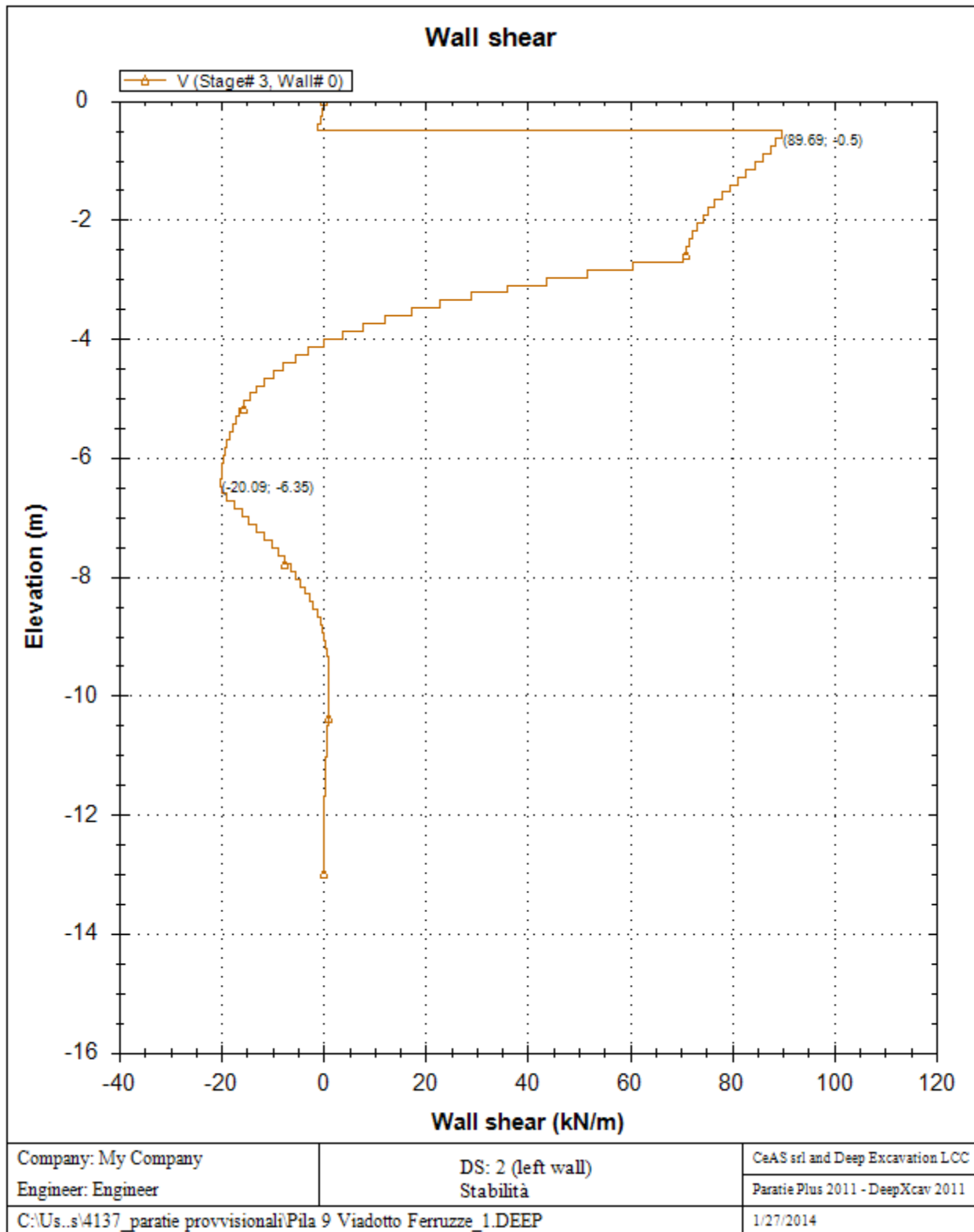


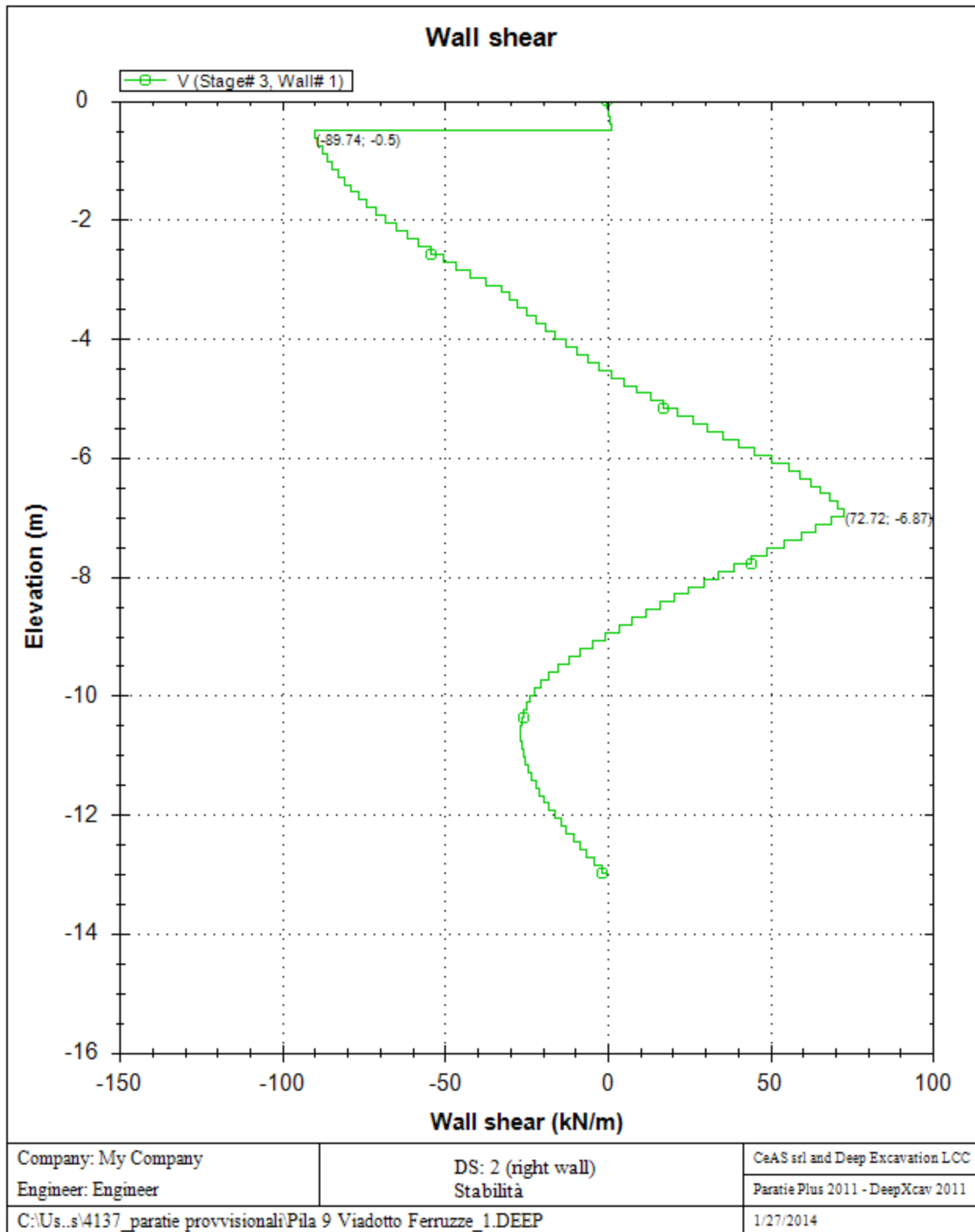












Paratia a fila singola –fascisolo dei calcoli Paratie Plus 2012

Ce.A.S , Centro di Analisi Strutturale, viale Giustiniano 10, 20129 Milano .
www.ceas.it.Deep Excavation LLC, Astoria, New York,
www.deepexcavation.com. UN PROGRAMMA NONLINEARE AD
ELEMENTI FINITI PER L' ANALISI DI STRUTTURE DI SOSTEGNO
FLESSIBILI

Progetto: My Project

Compagnia: My Company
Preparato dall'ing.: Engineer
Numero File: 1
Ora: 1/27/2014 4:50:37 PM

File: C:\Users\Public\Documents\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_2.DEEP

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per singoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio

| Base Section - Service | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------|----------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Base Section - Service | 512.86 | 218.27 | 4.95 | Nessun vincolo | Nessun vincolo | 1.491 | Risolto con successo |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 436.71 | 147.76 | 1.62 | Nessun vincolo | Nessun vincolo | 2.407 | Risolto con successo |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 512.86 | 218.27 | 4.95 | Nessun vincolo | Nessun vincolo | 1.491 | Risolto con successo |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|----------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Base Section - Service | Risolto con successo | 4.95 | 3.99 | 512.86 | 461.57 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Risolto con successo | 1.62 | 1.06 | 436.71 | 393.04 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Risolto con successo | 4.95 | 3.99 | 512.86 | 461.57 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Base Section - Service | 218.27 | 196.44 | 0.934 | 0.934 | 0.774 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 147.76 | 132.98 | 0.795 | 0.795 | 0.524 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 218.27 | 196.44 | 0.934 | 0.934 | 0.774 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out |
| Base Section - Service | N/A | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo | Nessun vincolo |

| | FS | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS |
|--------------------------------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|
| | Fondo scavo | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva |
| Base Section - Service | 2.35 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.491 | 1.255 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 2.937 | N/A | N/A | N/A | N/A | 2.407 | 1.363 |
| 0: DM08_ITA: | 2.35 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.491 | 1.255 |

| | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|
| Comb. 2: A2+M2+R1 | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|

| | FS | Qflow | FSSlope |
|--------------------------------|-------------|---------|---------|
| | Sifonamento | (m3/hr) | |
| Base Section - Service | 1.425 | N/A | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 1.425 | N/A | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1.425 | N/A | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------------|----------------|---|--------------|-----------------|----------------------|
| TSF Momento | 0.934 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 66 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 512.86 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 76 |
| Momento (kN-m) | 461.574 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 76 |
| Momento resistente (kN-m/m) | 549.093 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 66 |
| Taglio (kN/m) | 218.27 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |
| Taglio (kN) | 196.443 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |
| TSF taglio | 0.774 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |
| Taglio resistente (kN/m) | 281.934 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |
| Spostamenti (cm) | 4.954 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | N/A |
| Cedimenti superficiali (cm) | 3.992 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 0 |
| FS spinta passiva mob. (analisi NL) | 1.491 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Risultati non disponibili | Risultati non disponibili | Risultati non disponibili | Risultati non disponibili | Risultati non disponibili | Risultati non disponibili |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|--------------------|----------------|---|--------------|-----------------|----------------------|
| Momento ABS (kN-m) | 461.574 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 76 |
| Momento +M (kN-m) | 0.226 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: | 0: Fase 0 | 1: Wall 1 | 76 |

| | | A2+M2+R1 | | | |
|-----------------------------|----------|---|-----------|-----------|----|
| Momento -M (kN-m) | -461.574 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 76 |
| TSF Momento | 0.934 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 66 |
| Momento resistente (kN-m/m) | 549.093 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 66 |
| Taglio (kN) | 196.443 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |
| TSF taglio | 0.774 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |
| Taglio resistente (kN/m) | 281.934 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 1: Fase 1 | 1: Wall 1 | 87 |

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|------------------------|-------------------|---------|---------|
| Momento fase0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Momento fase1 (kN-m/m) | -512.86 | -436.71 | -512.86 |

Taglio massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | -218.27 | -147.76 | -218.27 |

Massima reazione vincolare

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|--------------------|-------------------|-------|-------|
| Rmax Fase 0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Fase 1 (kN/m) | N/A | N/A | N/A |

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

| Name | Strength Fy | Fu | Elastic E | Density g |
|-------------|-------------|-------|-----------|-----------|
| | (MPa) | (MPa) | (MPa) | (kN/m3) |
| Fe360 | 235.2 | 360 | 206000.2 | 77.0046 |
| Fe510 | 355.2 | 509.7 | 206000.2 | 77.0046 |
| A36 | 248.3 | 400 | 200100 | 77.0046 |
| A50 | 344.8 | 500 | 200100 | 77.0046 |
| New steel 4 | 241.4 | 413.8 | 206000.2 | 77.0046 |

Calcestruzzo

| Name | Strength Fc' | Elastic E | Density g | Tension Strength Ft |
|------|--------------|-----------|-----------|---------------------|
|------|--------------|-----------|-----------|---------------------|

| | (MPa) | (MPa) | (kN/m ³) | (MPa) |
|---------|-------|---------|----------------------|-------|
| C20/25 | 20 | 29961.9 | 25.0029 | 10 |
| C25/30 | 24.8 | 31475.7 | 25.0029 | 10 |
| Fc 3ksi | 20.7 | 21541.8 | 23.5728 | 10 |
| C28/35 | 28 | 29962 | 25 | 10 |
| C30/37 | 30 | 32836 | 25 | 10 |

Barre in acciaio

| Name | Strength Fy | Elastic E |
|--------------------|-------------|-----------|
| | (MPa) | (MPa) |
| Grade 60 | 413.8 | 200100 |
| Grade 75 | 517.2 | 200100 |
| Grade 80 | 551.7 | 200100 |
| Grade 150 | 1034.5 | 200100 |
| Strands 270 ksi | 1862.1 | 200100 |
| S410 | 409.7 | 210000.1 |
| S500 | 500 | 210000.1 |
| B450C | 450 | 210000 |
| Fe510 | 355.2 | 206000.2 |
| R76x6 Termic steel | 2180.2 | 200100 |
| Acciaio tiranti | 1670 | 210000 |

Legno

| Name | Ultimate Bending Strength Fbu | Ultimate Tensile Strength Ft _u | Ultimate Shear Strength Fvu | Density g | Elastic E |
|---------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|----------------------|-----------|
| | (MPa) | (MPa) | (MPa) | (kN/m ³) | (MPa) |
| Construction Timber | 11 | 9.7 | 5.5 | 7.8576 | 6900 |
| Regular grade | 6.9 | 6.9 | 4.1 | 7.8576 | 5520 |

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength Ft_u=ftuk=res caratt. parallela alle fibre

Ultimate shear strength Fvu=fvuk=res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

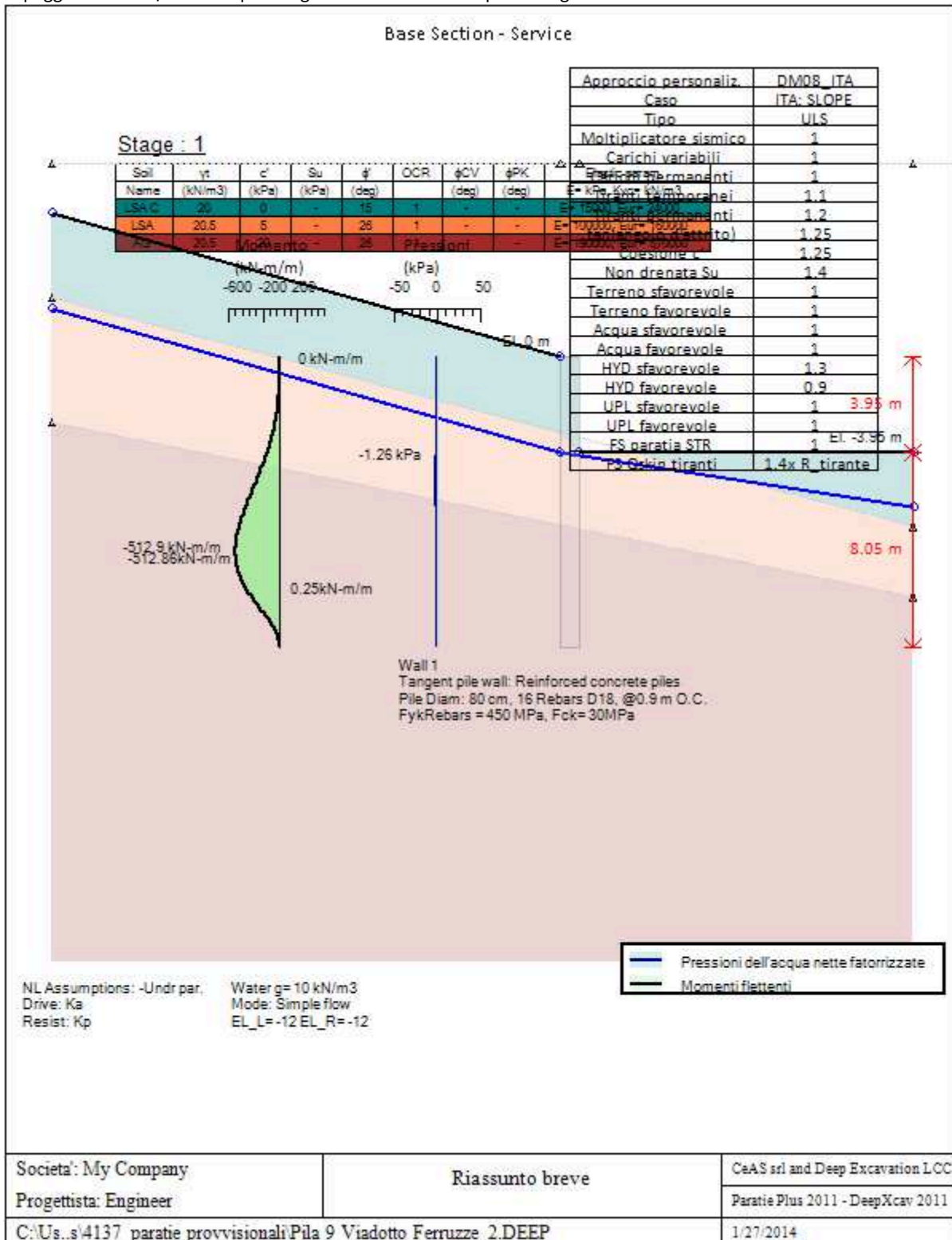
Progetto: My Project

Risultati per la Design Section 0: Base Section - Service

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi



Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede

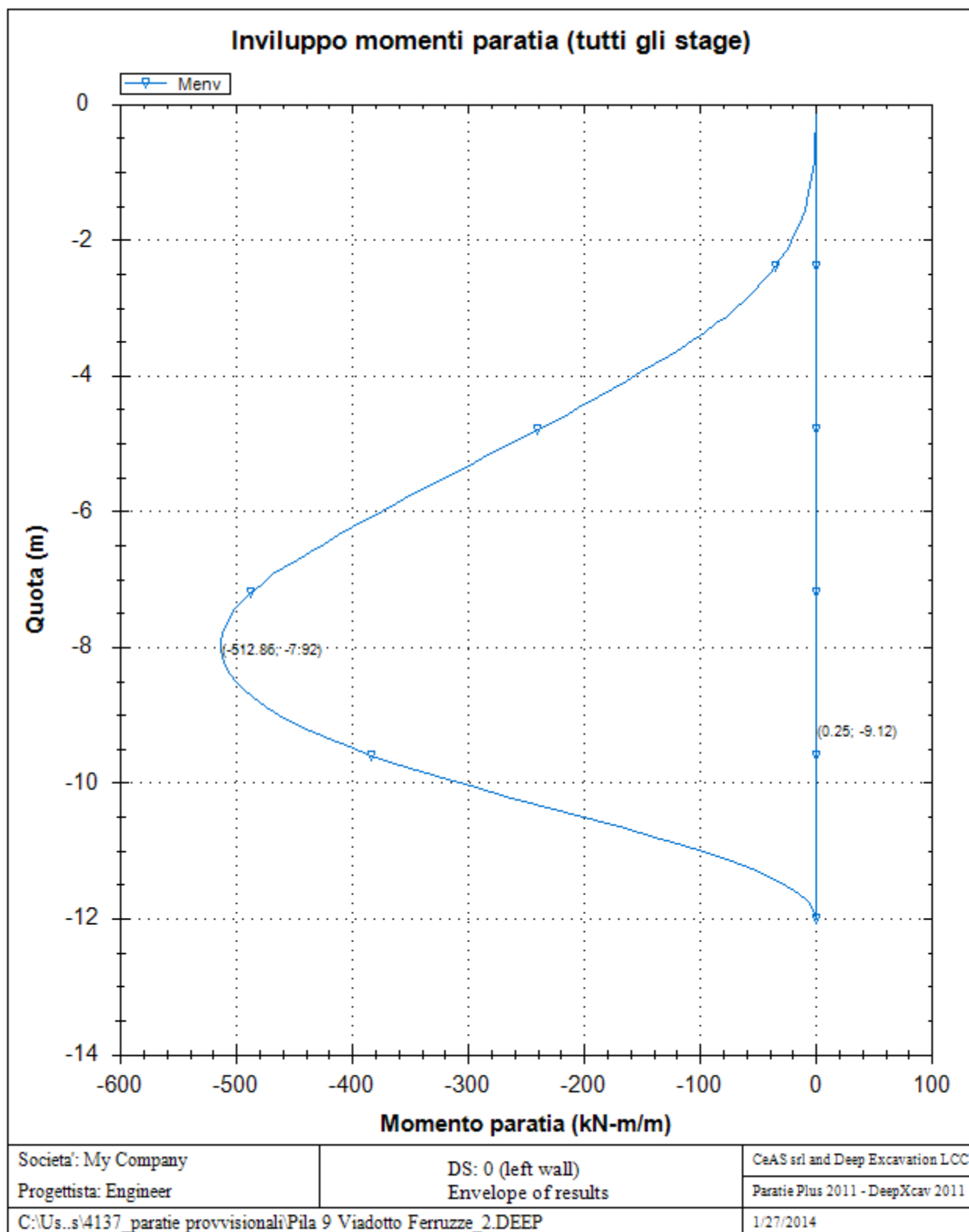
| Top Wall | Wall | L-Wall | H-Exc. | Max+M/Cap | Max-M/Cap | FS Toe | FS Toe | FS Toe | FS 1 Toe EL. | Slope |
|----------|---------------------------|--------|--------|-------------|---------------|-----------|----------|-----------|--------------|----------|
| (m) | Section | (m) | (m) | (kN-m/m) | (kN-m/m) | Pas. mob. | Rotation | Embedment | (m) | Stab. FS |
| 0 | Paratia Pali D800 s=0.90m | 12 | 3.95 | 0.25/549.09 | 512.86/549.09 | 1.491 | N/A | N/A | -2.95 | N/A |

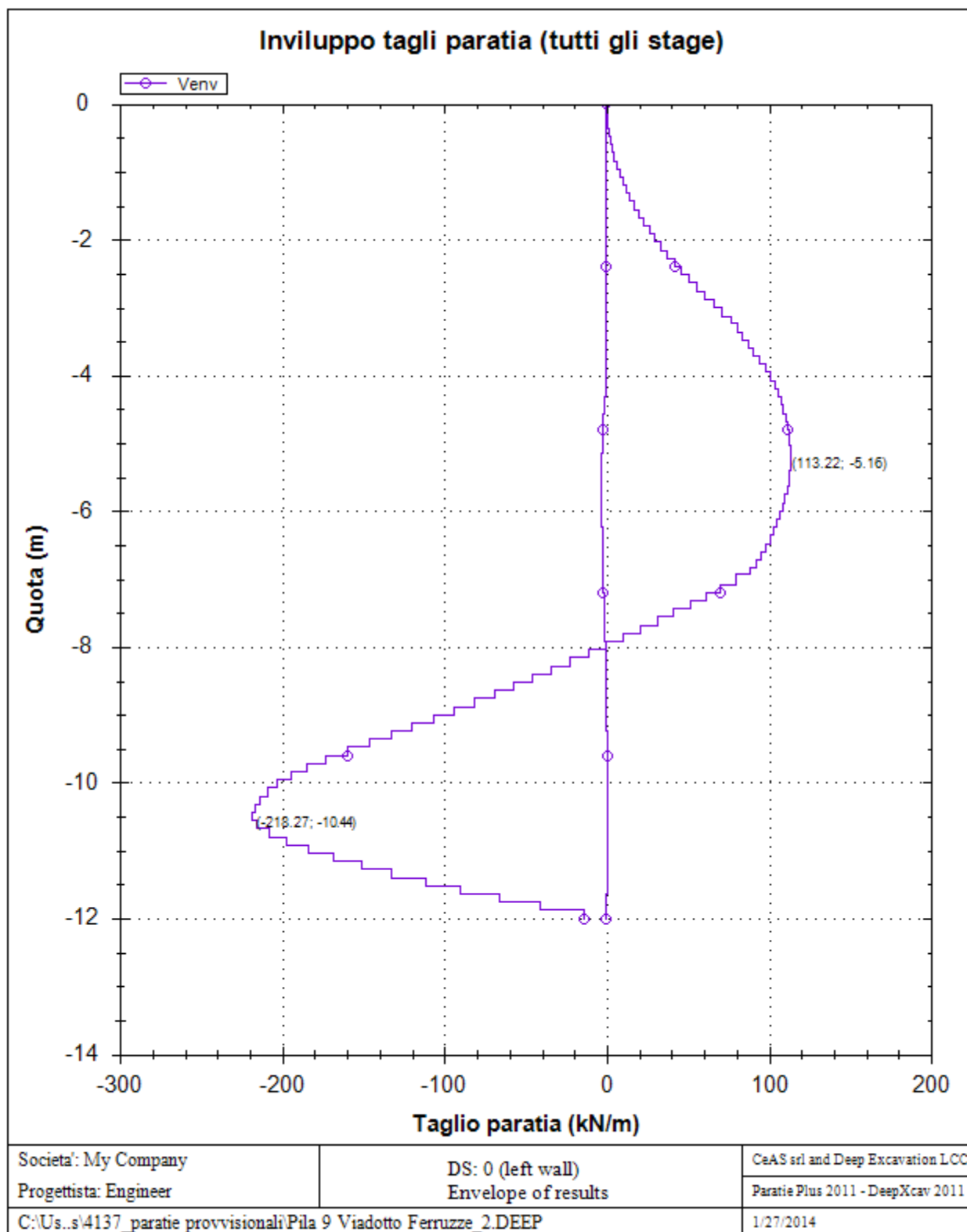
Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

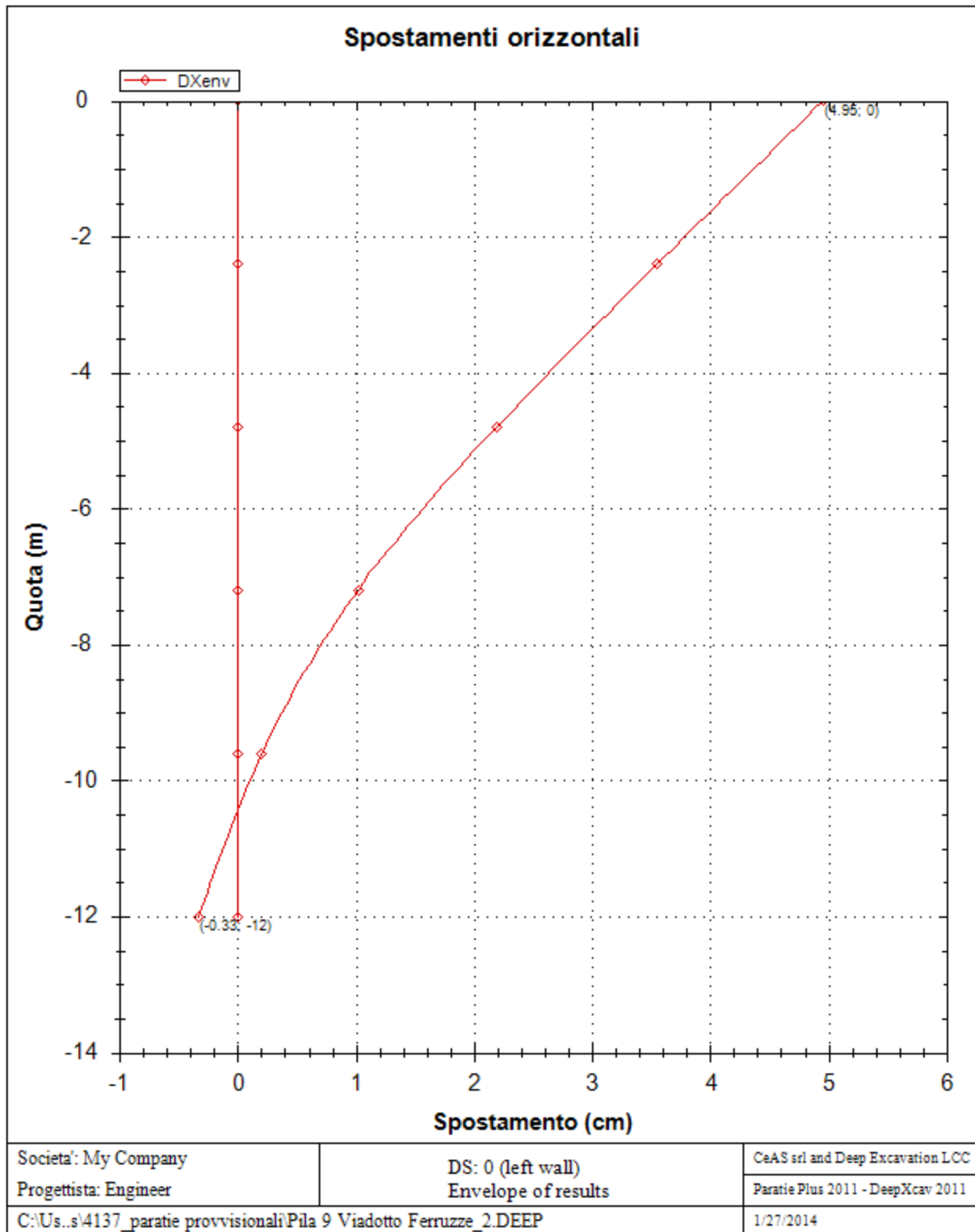
| 1. FSmin | 2. DxMax (cm) | 2. Stiffness | 2. FSbasal | 3. Dx/H (%) | 3. Stiffness | 3. FSbasal |
|-----------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|
| @ stage 1 | @ stage 1 | @ DxMax | @ DxMax | @ stage 1 | @ Dx/H max | @ Dx/H max |
| 2.35 | 0.822 | 301.3 | 2.35 | 0.208 | 301.335 | 2.35 |

Envelope of results

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.







Sommario esteso per ogni fase

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|--------|----------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Fase 0 | Risolto con successo | 0.02 | N/A | 8.71 | 7.84 |
| Fase 1 | Risolto con successo | 4.95 | 3.99 | 512.86 | 461.57 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|--------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Fase 0 | 6.49 | 5.84 | 0.016 | 0.016 | 0.023 | N/A |
| Fase 1 | 218.27 | 196.44 | 0.934 | 0.934 | 0.774 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo |
|--------|-----------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out |
| Fase 0 | N/A | No supports | No supports | No supports | No supports | No supports |
| Fase 1 | N/A | No supports | No supports | No supports | No supports | No supports |

| | FS | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS |
|--------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|
| | Fondo scavo | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva |
| Fase 0 | 1000 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.954 | 1.255 |
| Fase 1 | 2.35 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.491 | 1.338 |

| | FS | Qflow | FSslope |
|--------|-------------|---------|---------|
| | Sifonamento | (m3/hr) | |
| Fase 0 | 1.82 | N/A | N/C |
| Fase 1 | 1.425 | N/A | N/C |

Forza/interasse del vincolo per fase

| | |
|--------|-----------------|
| | Nessun vincolo |
| Fase 0 | Nessun supporto |
| Fase 1 | |

Reazione vincolare per fase

| | |
|--------|-----------------|
| | Nessun vincolo |
| Fase 0 | Nessun supporto |
| Fase 1 | |

FS infissione per fase

| | FS minimo al piede | FS Passivo | FS Rotazione | FS Lunghezza | FS Pass. mobilitato | FS Forza attiva / attiva teorica |
|--------|--------------------|------------|--------------|--------------|---------------------|----------------------------------|
| Fase 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.954 | 1.255 |
| Fase 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.491 | 1.338 |

Verifica vincolo per fase

| | |
|--------|-----------------|
| | Nessun vincolo |
| Fase 0 | Nessun supporto |
| Fase 1 | |

Forze (Res. F, M/Drive F, M)

| | FS Passivo | FS Rotazione | FS Lunghezza | FS Passiva mobilitata | FS Spinta | Fh EQ Soil | Fh EQ |
|--|------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------|------------|-------|
|--|------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------|------------|-------|

| | (Fres./Fattiva) | (Mres./Mattivo) | (Infiss./FSpiede=1) | (Fpass./Fpas_Mobilitat a) | attuale attiva / Attiva teorica | | Water |
|--------|-----------------|-----------------|---------------------|------------------------------|------------------------------------|-----|-------|
| Fase 0 | N/A | N/A | N/A | 1017.27/520.479 | 512.793/408.4 74 | N/A | N/A |
| Fase 1 | N/A | N/A | N/A | 879.912/590.049 | 585.468/437.4 27 | N/A | N/A |

Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato monte

| | Strato | Dr./non dr. | Descrizione metodo | Paratia | Terreno | C' | Su | KaH | KpH |
|-----------|--------|-------------|---|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | Attrito | Attrito | (kPa) | (kPa) | | |
| 0: Fase 0 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= - 21.137)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] =>* KpDH = [1 /1] x [0.956] = 0.956 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.569 | 0.956 |
| 1: Fase 1 | LSA C | Drained | * KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [1.53] = 1.53 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.653 | 1.53 |

Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato valle

| | Strato | Dr./non dr. | Descrizione metodo | Paratia | Terreno | C' | Su | KaH | KpH |
|-----------|--------|-------------|---|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | Attrito | Attrito | (kPa) | (kPa) | | |
| 0: Fase 0 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 16.276)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] = 1 x 0.956 = 0.956 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.956 | 1.931 |
| 1: Fase 1 | LSA C | Drained | * KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 12.099, DFR= 0, Asur= 16.276)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] = 1 x 0.956 = 0.956 | 0 | 12.099 | 0 | 0 | 0.956 | 1.931 |

Armatura minima

| | Dettaglio parametri |
|--|--|
| Note: | Armatura presente nella paratia |
| Controllo armatura a taglio | Controllo eseguito. |
| Controllo passo staffe | OK: requisiti minimi soddisfatti |
| Passo staffe (cm) | 20 |
| Passo staffe massimo, da normativa (cm) | 33.333 |
| Passo staffe minimo, da normativa (cm) | 4.8 |
| Area staffe minima, da normativa (cm2/m) | 0 |
| Area staffe (cm2/m) | 11.31 |
| Controlla area min. staffe. | OK: requisiti minimi normativi soddisfatti |
| Controllo diametro min. staffe | OK: requisiti minimi normativi soddisfatti |
| Diametro/Diametro min. da normativa (cm) | 1.2/ 0 |

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(per | F(temp | F(per | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| ALL | DM08_ITA | ITA: SLOPE | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.3 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

DATI TERRENO

| Name | g tot | g dry | Frict | C' | Su | FRp | FRcv | Eload | Eur | kAp | kPp | kAcv | kPcv | Vary | Spring | Color |
|-------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|-------|
| | (kN/m3) | (kN/m3) | (deg) | (kPa) | (kPa) | (deg) | (deg) | (kPa) | (kPa) | NL | NL | NL | NL | | Model | |
| LSA C | 20 | 18 | 15 | 0 | N/A | N/A | N/A | 15000 | 24000 | 0.59 | 1.7 | N/A | N/A | True | Linear | |
| LSA | 20.5 | 18 | 26 | 5 | N/A | N/A | N/A | 100000 | 160000 | 0.39 | 2.56 | N/A | N/A | True | Linear | |
| AG | 20.5 | 18 | 26 | 20 | N/A | N/A | N/A | 190000 | 570000 | 0.53 | 2.56 | N/A | N/A | True | Linear | |

| Name | Poisson | Min Ka | Min sh | ko.NC | nOCR | aH.EXP | aV.EXP | qSkin | qNails | kS.nails | PL |
|-------|---------|---------|---------|-------|------|----------|----------|-------|--------|----------|-------|
| | v | (clays) | (clays) | - | - | (0 to 1) | (0 to 1) | (kPa) | (kPa) | (kN/m3) | (MPa) |
| LSA C | 0.32 | - | - | 0.741 | 0.5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |
| LSA | 0.32 | - | - | 0.562 | 0.5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |
| AG | 0.32 | - | - | 0.562 | 0.5 | - | - | 250 | 0 | 0 | - |

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rapporto di sovraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-15, -15)

| Top elev. | Soil type | OCR | Ko |
|-----------|-----------|-----|------|
| 8 | LSA C | 1 | 0.74 |

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

| Name | Strength Fy | Fu | Elastic E | Density g |
|-------------|-------------|-------|-----------|-----------|
| | (MPa) | (MPa) | (MPa) | (kN/m3) |
| Fe360 | 235.2 | 360 | 206000.2 | 77.0046 |
| Fe510 | 355.2 | 509.7 | 206000.2 | 77.0046 |
| A36 | 248.3 | 400 | 200100 | 77.0046 |
| A50 | 344.8 | 500 | 200100 | 77.0046 |
| New steel 4 | 241.4 | 413.8 | 206000.2 | 77.0046 |

Calcestruzzo

| Name | Strength Fc' | Elastic E | Density g | Tension Strength Ft |
|---------|--------------|-----------|-----------|---------------------|
| | (MPa) | (MPa) | (kN/m3) | (MPa) |
| C20/25 | 20 | 29961.9 | 25.0029 | 10 |
| C25/30 | 24.8 | 31475.7 | 25.0029 | 10 |
| Fc 3ksi | 20.7 | 21541.8 | 23.5728 | 10 |
| C28/35 | 28 | 29962 | 25 | 10 |
| C30/37 | 30 | 32836 | 25 | 10 |

Barre in acciaio

| Name | Strength Fy | Elastic E |
|----------|-------------|-----------|
| | (MPa) | (MPa) |
| Grade 60 | 413.8 | 200100 |

| | | |
|--------------------|--------|----------|
| Grade 75 | 517.2 | 200100 |
| Grade 80 | 551.7 | 200100 |
| Grade 150 | 1034.5 | 200100 |
| Strands 270 ksi | 1862.1 | 200100 |
| S410 | 409.7 | 210000.1 |
| S500 | 500 | 210000.1 |
| B450C | 450 | 210000 |
| Fe510 | 355.2 | 206000.2 |
| R76x6 Termic steel | 2180.2 | 200100 |
| Acciaio tiranti | 1670 | 210000 |

Legno

| Name | Ultimate Bending Srtength Fbu (MPa) | Ultimate Tensile Strength Ft _u (MPa) | Ultimate Shear Strength Fv _u (MPa) | Density g (kN/m ³) | Elastic E (MPa) |
|---------------------|--|--|--|-----------------------------------|--------------------|
| Construction Timber | 11 | 9.7 | 5.5 | 7.8576 | 6900 |
| Regular grade | 6.9 | 6.9 | 4.1 | 7.8576 | 5520 |

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength Ft_u=ftuk=res caratt. parallela alle fibre

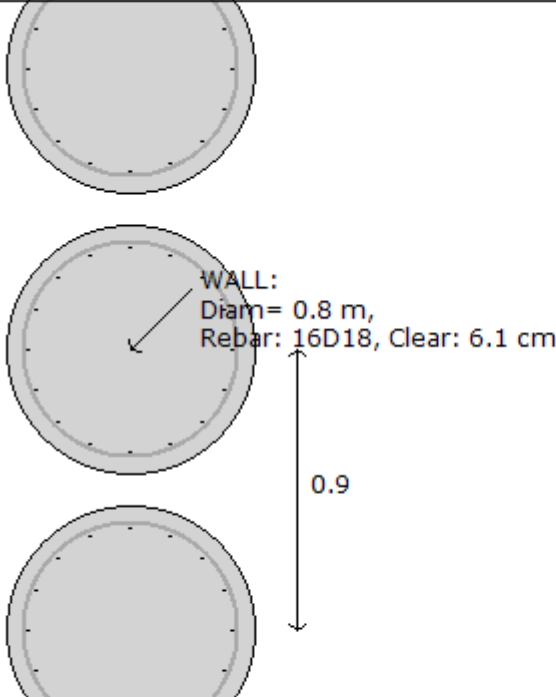
Ultimate shear strength Fv_u=fvuk=res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1

| | | |
|---|-------------|-----------------------------------|
|  | | |
| Società: My Company | Wall sketch | CeAS srl and Deep Excavation LCC |
| Progettista: Engineer | | Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011 |
| C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_2.DEEP | | 1/27/2014 |

Sezioni paratia1: Paratia Pali D800 s=0.90m

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommità paratia: 0 m Quota piede paratia: -12 m

Dimensione fuori piano paratia: 0.9 Spessore paratia = 0.8

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 0.9 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 0.9 Swater= 0.9

$f'_{cls} = 30$ $F_y \text{ barre} = 450$ $E_{cls} = 32836$ F_{cT} calcestruzzo a trazione = 10% di $F_{c'}$

Attrito paratia: Ignorato

Le capacità paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacità paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacità ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprietà paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$D = 80 \text{ cm}$, $A = 5026.54824574367 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 2010619.29829747 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

Barre cima: $N = 16$ barre #D18 = $A_{sTop} 40.72 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7 \text{ cm}$

Armatura a taglio

Bar #D12 = $A_s 1.131 \text{ cm}^2$, $sV = 20 \text{ cm}$

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete $f'_{c'}=f_{ck}$ =res cilindrica caratteristica cls

Rebar $f_y=f_{yk}$ =res caratteristica acciaio armature

E_{conc} =modulo elastico cls

Concrete tension $f_{ct}=f_{ctk}$ =resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members $f_y=f_{yk}$ =res caratteristica acciaio

E_{steel} =modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

$F_y=f_{yk}$

$F'_{c'}=f_{ck}$

D=altezza paratia
 B=base paratia
 tf=spessore
 2)Steel sheet pile=palancolata
 DES=tipo di palancolata
 Shape=forma
 W=peso per unità di lunghezza
 A=area
 h=altezza
 t=spessore lamiera orizzontale
 b=base singolo elemento a Z o U
 s=spessore lati obliqui
 Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)
 Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)
 3)Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)
 W=peso per unità di lunghezza
 A=area
 D=diametro
 tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)
 bf=larghezza della sezione
 tf=spessore dell'ala
 k=altezza flangia + altezza raccordo
 Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)
 Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)
 rx=raggio giratore d'inerzia lungo x
 Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)
 Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)
 ry=raggio giratore d'inerzia lungo y
 Cw=costante di ingobbamento
 fy=fyk

PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

| Name | Analysis | Drive | ka-Mult | Htr T/B | Resist | Res | Contle | Support | Axial | Used | Min Toe | Toe | Toe |
|---------|------------|-------|---------|------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|------------|-------|-------|
| | Method | Press | | (%) | Press | Mult | Method | Model | Incl | FSwall | FDtoe | FSrot | FSpas |
| Stage 0 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |
| Stage 1 | Springs-Up | Ka | N/A | N/A | Kp | N/A | | | N/A | 1 | N/A | N/A | N/A |

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

 COnventional=analisi all'equilibriolimito

 springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

 DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

 U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

 Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

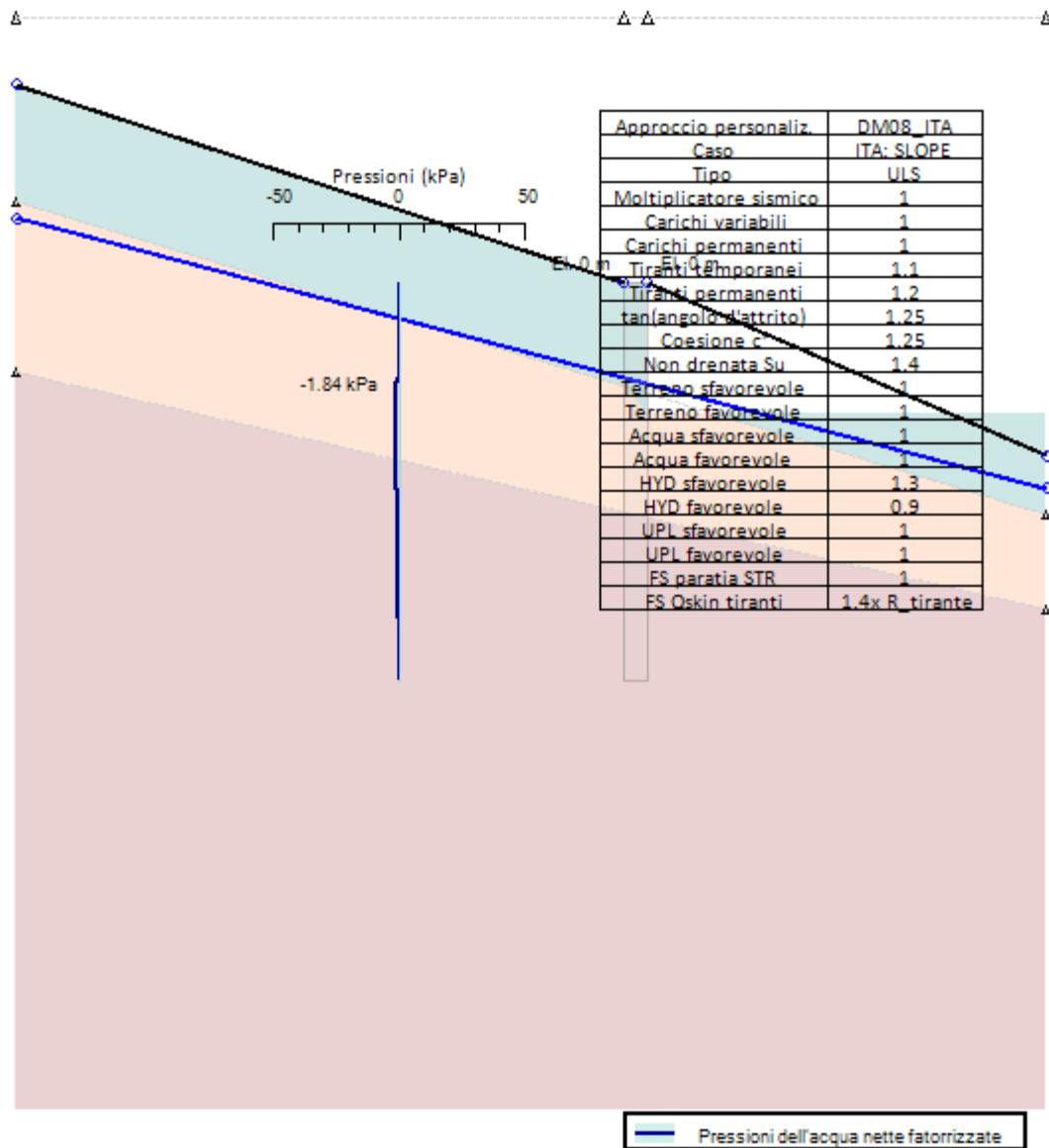
Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore K_p
COntle Method=
Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)
Axial Incl=se azione assiale inclusa
Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN
Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)
Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)
Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

Base Section - Service



Società: My Company

Progettista: Engineer

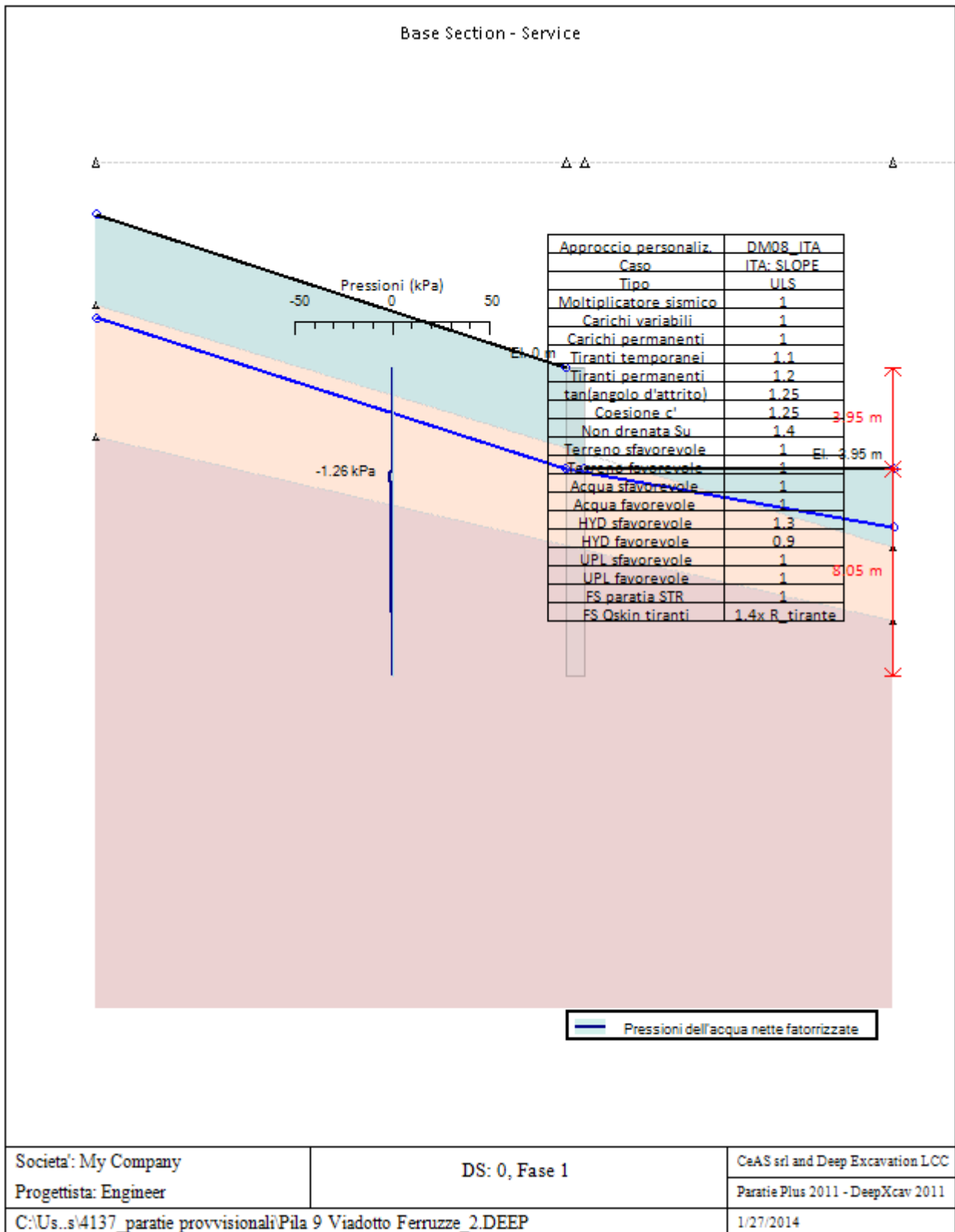
DS: 0, Fase 0

CaAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011

C:\Us..s\4137_paratie provvisionali\Pila 9 Viadotto Ferruzze_2.DEEP

1/27/2014



Stabilità del piede

FS infissione per fase

| | | | | | |
|--------------------|------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------------------|
| FS minimo al piede | FS Passivo | FS Rotazione | FS Lunghezza | FS Pass. mobilizzato | FS Forza attiva / attiva teorica |
|--------------------|------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------------------|

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Fase 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.954 | 1.255 |
| Fase 1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.491 | 1.338 |

Legenda: FS infissione paratia

FS minimo= il più piccolo dei fattori F1 - F5

Analisi all'Equilibrio Limite (i seguenti Fattori di Sicurezza potrebbero non essere applicabili in tutte le fasi):

FS Passiva (FS1): FS calcolato sulla base dell'equilibrio in direzione orizzontale, FS1 = Forza Resistente/Forza Agente

FS Rotazione (FS2): FS calcolato sulla base dell'equilibrio alla rotazione, FS2 = Momento Resistente / Momento Agente

FS Lunghezza (da FS1, FS2): il software determina la massima infissione LFS1 richiesta imponendo un FS1, FS2 = 1.

Successivamente, FS Lunghezza = Lunghezza di infissione corrente/LFS1.

Analisi Non Lineare:

FS4 Passiva / Vera: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Passiva mobilitabile / Spinta Vera

FS5 Vera / Attiva: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Vera / Spinta Attiva mobilitabile

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

